TUGAS AKHIR
(TS-1780)

MODIFIKASI DAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG WISMA STIESIA - SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI KOMPOSIT BAJA - BETON

Disusun oleh :

NOVAN ARIF HIDAYAT
3196 109 239

PROGRAM STUDI S-1 EKSTENSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999

TUGAS AKHIR
(TS-1780)

MODIFIKASI DAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG WISMA STIESIA - SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI KOMPOSIT BAJA - BETON

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing	Dosen Pembimbing
Ir. ISDARMANU, M.Sc.	Ir. HIDAJAT SUGIHARDJO, MS
Nip. 130. 532. 042	Nip. 130.816. 211

PROGRAM STUDI S-1 EKSTENSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999

ABSTRAK TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG WISMA STIESIA - SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI KOMPOSIT BAJA - BETON

Oleh:
NOVAN ARIF HIDAYAT
3196.109.239

Dosen Pembimbing:
IR. ISDARMANU, M.Sc.
IR. HIDAJAT SUGIHARDJO, MS.

Struktur komposit adalah suatu metode konstruksi yang memanfaatkan keunggulan sifat dua material yang berbeda menjadi satu kesatuan sistem yang diharapkan mampu bekerja dengan baik dalam memikul beban. Komposit baja-beton merupakan salah satu aplikasi dari metode ini.

Konstruksi komposit baja-beton mempunyai kesatuan aksi yang baik pada daerah momen positif. Yaitu dimana pada keadaan tersebut, keunggulan beton dalam menerima tekan dan keunggulan baja dalam menerima tarik akan bekerja secara optimal. Untuk memperoleh kondisi yang demikian itu diperlukan rekayasa perletakan menjadi perletakan sederhana (*simple connection*).

Kemudian permasalahan yang akan muncul adalah dengan rekayasa tersebut, struktur gedung akan kurang kaku. Dimana melalui titik-titik sambungan/perletakan yang kaku (*rigid*) akan memberikan sumbangan kekakuan pada struktur. Untuk itu perlu dipasang suatu sistem pengaku. Dalam tugas akhir ini menggunakan sistem pengaku ikatan diagonal (bresing).

Melalui analisa struktur secara elastis dan pendimensian dengan menggunakan sifat penampang plastis yang mengacu pada Konsep SNI 1997 dan AISC-LRFD, maka kemudian didapatkan suatu struktur yang cukup kaku dengan dimensi-dimensi komponen struktur yang relatif ringan. Misalnya untuk elemen kolom yang hanya memerlukan profil baja WF 400x400x13x21 dengan beton selimut ukuran bruto 60x60 cm dengan 4D22 tulangan longitudinal utama.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Syukur *Alhamdulillah* saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir yang berjudul Modifikasi dan Perencanaan Struktur Gedung Wisma Stiesia - Surabaya Dengan Konstruksi Komposit Baja - Beton ini diambil sebagai salah satu persyaratan kurikulum pada Program Studi S-1 Ekstensi Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS Surabaya. Sedangkan bobot dari tugas akhir ini adalah 4 sks.

Dalam tahapan-tahapan penyelesaian tugas akhir ini, saya telah banyak mendapatkan dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materiil. Dan seyogyanyalah dalam kesempatan ini saya menghaturkan ucapan terima kasih pula yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah, Mama, dan adik-adik di rumah
2. Bapak Ir. Isdarmanu, M.Sc, selaku dosen pembimbing
3. Bapak Ir. Hidajat Sugihardjo, MS, selaku dosen pembimbing
4. Bapak Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc, selaku Dekan FTSP - ITS
5. Bapak Prof. Dr. Ir. I.G.P. Raka, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS
6. Ibu Ir. Pudiastuti, selaku Koordinator Pelaksana Program Studi S-1 Ekstensi Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS

7. Bapak Ir. Moch. Sholeh, M.Sc (alm.) dan Ir. Heppy Kristijanto, MS, selaku dosen wali
8. Dosen-dosen Teknik Sipil ITS yang telah memberikan ilmunya
9. Rekan-rekan angkatan III S-1 Ekstensi (Januari 1997) atas "kompetisi"-nya, Maksum atas bantuannya, Roni atas komputer + printernya + teman kostnya
10. Penghuni kost PJU 7 diantaranya Andri S, Budi P, Anjas, Anis + Azis + Ibu
11. Mas Lasman, Mas Samudji, Pak Giono, Pak Roso, Pak Tiyok - Parkir
12. RAMA Consultant - Bratang Gede atas data-datanya
13. Dan pihak-pihak lainnya yang belum dapat saya sebutkan dalam kesempatan ini.

Dengan kesadaran sepenuhnya, bahwasannya tugas akhir ini masih dimungkinkan terdapat kekurangan, maka saya mohon kiranya pembaca dapat melakukan koreksi seperlunya sehingga dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Dan tidak berlebihan seandainya dalam kesempatan ini pula saya berharap agar tugas akhir ini dapat berguna untuk pemakaian dan perkembangan Konsep SNI 1997 - Tata Cara Perencanaan Konstruksi Bangunan Baja Untuk Bangunan Gedung khususnya, serta perkembangan dunia teknik sipil umumnya.

Wassalamualaikum

Surabaya, 27 Oktober 1999

Penyusun

Novan Arif Hidayat

Sedangkan pada bagian pelat bordes dipakai beban merata per satuan luas yang dibebankan pada tiap-tiap *joint elemen shell* bordes. Dan selanjutnya ditempatkan pada *Block Data Potential*.

4.2.5. Penulangan Tangga

Tahapan penulangan tangga yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data-data penulangan tangga
   - kuat tekan beton (f'c) – tegangan leleh tulangan (fy)
   - diameter tulangan (ϕ) – faktor β1 (ayat 3.3.2.7.3. SK SNI 1991)
2. Menghitung ρb, ρmaks, ρmin

$$\rho b = \frac{0.85 f' c \beta_1}{fy}\left[\frac{600}{600+fy}\right] \qquad (4.2.1)$$

$$\rho maks = 0.75\ \rho b \qquad (4.2.2)$$

$$\rho min = 1.4/fy \qquad (4.2.3)$$

3. Menghitung ρ perlu

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] \qquad (4.2.4)$$

$$m = fy/0.85\ f'c = 390 / (0.85 \times 30) = 15.294$$

$$Rn = Mu / \phi bd^2 \quad \text{dengan } \phi = 0.8 \qquad (4.2.5)$$

4. Ketentuan untuk rasio luas tulangan terhadap luas beton efektif (ρ) (SK SNI 91)
   a. ketentuan yang disyaratkan $\rho min < \rho < \rho maks$
   b. jika jika $\rho << \rho min$ maka digunakan harga 1 1/3 ρ atau pakai batas tulangan susut dan suhu (SK SNI 91 pasal 3.3.5 dan 3.16.12)
   c. jika $\rho < \rho min$ maka digunakan ρmin

Novan's Thanks to:

my LORD Allah SWT, my parents, my litle sisters (nUke, yoKe, itA), all of Civil enGineeRing LecTures especially to paK iSdarmanu, paK hiDayat S, paK iBnu P R, paK kUrdiAn - thanks for your iNspirATion to used LRFD/SNI'97, maS inYo'(riDho), adminIStratiOn crew (mas lASman, mas sAMudji, pak Giono, pAk roSo, pAk Tio' paRking-man)

all pJU 7 cRew such As aNDrie S(4 coMpuTer), bUDi P(4 boRrow me yoUR moNey), anJas(4 hElp me), aNis+aziS+Ibu kosT (4 niCe sUppOrtiNG), and aL1 of the meMories at tHat plaCe

my frienDs suCh aS MakSum(4 type my haNDwriting), eRvan-yUDo-deddY-wiJI-iWan-tIMbul/Sandy(4 "gojlokane"), mEga,uDin-tuBan, sUlis+eSti(4 booKs), roNI-"AG" and friends (4 coMputer/prIntEr and sUppOrTiNg me)

..... *it's nice to be important person, but it's more important to be nice person*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL &
DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya tingkat pola hidup manusia, maka telah menuntut perkembangan di pelbagai sektor pemenuhan kebutuhan. Untuk mendukung kondisi tersebut perlu disediakan sarana dan prasarana. Pendidikan sebagai salah satu ragam kebutuhan manusia menuntut terpenuhinya sarana dan prasarana secara memadai. Bagi perguruan tinggi, dengan dibangunnya sarana baru akan berakibat pada tingkat akreditas perguruan tinggi tersebut. Sarana pendidikan dapat berupa gedung perkuliahan, gedung laboratorium, gedung perpustakaan, dan fasilitas-fasilitas fisik lainnya.

Gedung sebagai salah satu sarana penunjang seyogyanya dibangun dengan meninjau berbagai faktor. Misalnya faktor ekonomis yang meliputi biaya awal (*initial cost*) dan biaya perawatan (*maintenance cost*), faktor arsitektural (keindahan dan kemegahan), dan faktor kekuatan (kehandalan dan kemampuan menahan beban kerja yang direncanakan). Oleh karena itu dalam perencanaannya harus dipilih material atau bahan yang kuat, lebih ringan, dan tahan lama. Salah satu material yang dapat memenuhi kriteria di atas adalah konstruksi komposit (baja – beton).

Konstruksi komposit merupakan konstruksi yang memanfaatkan kebaikan dari material baja dan beton yang bekerjasama menjadi satu kesatuan. Kebaikan yang dimanfaatkan adalah kuat terhadap tekan pada material beton dan kuat terhadap tarik pada material baja. Disamping itu pula struktur yang menggunakan konstruksi komposit akan menghasilkan dimensi balok dan kolom yang lebih langsing, sehingga dari aspek pemanfaatan ruangan akan lebih efisien dan beban yang disalurkan ke dalam tanah melalui pondasi akan lebih ringan. Hal ini disebabkan material baja sebagai bagian komposit mempunyai *specific strength* yang cukup baik dibandingkan dengan beton. Dari segi pelaksanaan, penggunaan konstruksi komposit relatif lebih cepat dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi karena proses pabrikasi dilakukan di pabrik sedangkan di lapangan hanya pemasangan (*erection*).

1.2. Permasalahan

Sebuah konstruksi komposit (baja – beton) selain mempunyai kebaikan sebagaimana yang dikemukakan sebelumnya, juga mempunyai keterbatasan dalam kemampuannya untuk menahan momen negatif. Pada bentang menerus keuntungan aksi komposit akan berkurang di daerah momen negatif, di mana pada daerah tumpuan balok menerus akan terjadi momen negatif. Sehingga untuk menghindari adanya momen negatif maka sebaiknya digunakan *simple connection* (sambungan sederhana).

Namun rekayasa perletakan ini membawa akibat pada stabilitas

strukturnya. Dimana struktur menjadi kurang kaku dibandingkan dengan menggunakan *rigid connection*. Utamanya dalam menerima gaya lateral, seperti beban gempa dan beban angin. Jadi agar struktur mempunyai kekakuan yang cukup maka perlu dilakukan pemasangan pengaku struktur. Misalnya dengan menggunakan ikatan diagonal atau bresing di tempat-tempat tertentu atau dengan menggunakan dinding geser (*shear wall*).

Oleh karena perencanaan untuk tugas akhir ini digunakan pengaku dengan ikatan diagonal atau bresing, maka permasalahannya adalah mengenai letak bresing yang cukup aman dalam membantu struktur untuk menahan gaya lateral. Selain itu, bagaimanakah analisa gaya-gaya dalam pada perencanaan konstruksi komposit dan berapakah dimensi struktur atas dan bawah yang mampu menahan beban-beban yang bekerja padanya.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan tugas akhir ini adalah untuk:

a. Mempelajari dan menganalisa elemen-elemen struktur gedung dengan konstruksi komposit baja–beton.
b. Memperoleh dimensi struktur yang mampu mendukung beban yang bekerja, baik lateral, aksial, maupun momen.
c. Menentukan dan menghitung sambungan yang sesuai dengan asumsi awal yang digunakan pada saat analisa beban yang bekerja.

1.4. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada tugas akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

a. Modifikasi Struktur

Struktur gedung yang akan dipakai sebagai bahan perencanaan adalah gedung induk dengan menghilangkan 3 bagian gedung berlantai dua (bagian depan gedung induk) dan menghilangkan pula gedung serbaguna berlantai dua. Modifikasi struktur ini tidak dilakukan perubahan fungsi utama gedung induk.

b. Desain dan analisa

Desain dan analisa hanya meninjau masalah perhitungan kekuatan saja. Artinya dalam tugas akhir ini tidak akan membahas aspek atau unsur analisa biaya dan detail metode pelaksanaannya. Dan selain itu, modifikasi struktur yang direncanakan bukan merupakan *value engineering* dari tipe struktur yang sudah ada.

c. Lingkup bahasan perencanaan

Komponen struktur yang direncanakan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Struktur atas yang meliputi:
   - Struktur atap dengan konstruksi baja
   - Balok-balok dan kolom dengan konstruksi komposit baja-beton kecuali *ring balk* dengan konstruksi baja
   - Tangga dengan konstruksi beton bertulang
   - Pelat lantai bondek dan beton bertulang

2. Struktur bawah yang meliputi:

- Poer dan sloof
- Pondasi dalam dengan tiang pancang *PC Pile*.

Dalam tugas akhir ini tidak membahas detail perencanaan *lift* dan penurunan pondasi tiang.

1.5. Metode Analisa dan Perhitungan

Metode analisa dan perhitungan struktur gedung yang dipakai adalah seperti berikut:

a. Analisa untuk konstruksi baja dan komposit didasarkan pada Konsep SNI 1997 – Tata Cara Perhitungan Konstruksi Baja Untuk Bangunan Gedung dan *AISC - Load and Resistance Factor Design*, dengan tanpa bertujuan untuk membandingkan keduanya.
b. Sedangkan analisa untuk konstruksi beton bertulang didasarkan pada Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK-SNI T-15-1991-03).
c. Pelat dimodelkan sebagai *rigid floor diaphragm* yang membagi beban-beban geser tingkat kepada unsur-unsur penahan gempa dengan tingkat itu sebanding dengan kekakuan lateral masing-masing.
d. Tangga dimodelkan sebagai pelat (*shell*) dengan asumsi perletakan sendi pada ujung-ujungnya dan rol pada ujung bordesnya.
e. Balok induk dan balok anak menggunakan konstruksi komposit dengan memakai penghubung geser tipe stad (*stud shear connector*) dan kolom

komposit dengan baja yang diselimuti beton (*concrete encased*).

f. Analisa struktur konstruksi baja secara umum dengan metode elastis dan untuk pendimensian menggunakan sifat penampang plastis profil.

g. Pada analisa struktur utama, portal dimodelkan sebagai portal terbuka (*open frame*). Yaitu komponen struktur yang menahan gaya lateral gempa hanya kolom dan ikatan diagonal (bresing).

h. Pada perhitungan balok-balok komposit tetap mengindahkan metode konstruksi yang menggunakan penyangga sementara (*unproped construction*).

i. Hubungan antara balok induk dan balok anak serta antara balok induk dan kolom bersifat sendi.

j. Analisa gempa secara dinamis menggunakan analisa ragam spektrum respon dengan program bantu SAP 90.

k. Pondasi tiang pancang menggunakan tipe *end bearing pile*.

BAB II
DATA-DATA PERENCANAAN

BAB II
DATA-DATA PERENCANAAN

2.1. Data-Data Bangunan

Data modifikasi gedung Wisma STIESIA yang dipakai untuk perencanaan dan perhitungan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Jumlah gedung : 1 gedung utama terdiri 8 lantai

b. Fungsi : wisma mahasiswa (asrama)

c. Tinggi gedung : ± 36 meter

d. Tinggi antar lantai : - lantai 1, tinggi 4 meter

- lantai 2 – 7, tinggi 3.6 meter

- lantai 8, tinggi 4 meter

e. Luas per lantai : 762 meter (luas bruto)

f. Daktilitas : 3

g. Zone gempa : zone 4 (PPTGIUG)

2.2. Data Tanah

Data tanah diperoleh dari penyelidikan tanah yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada bulan Januari 1996 yang meliputi:

a. *Standard Penetration Test*

Pengukuran harga SPT dilakukan setiap kedalaman 3 m dan dilakukan mulai kedalaman –17.00 m sampai kedalaman –38.00 m sebanyak 8 (delapan) tes pada masing-masing *borehole*.

b. Boring di titik I

- kedalaman ± 0 m s.d. -7 m MT didapatkan lapisan tanah lempung berlanau, berwarna abu-abu hitam.
- kedalaman -7 m s.d. -16 m MT didapatkan lapisan tanah lempung berlanau sedikit pasir, warna abu-abu.
- kedalaman -16 m s.d. -38 m MT didapatkan lapisan tanah lempung, warna abu-abu kehitaman.

c. Boring di titik II

- kedalaman ± 0 m s.d. -9 m MT didapatkan lapisan tanah lempung berlanau.
- kedalaman -9 m s.d. -14 m MT didapatkan lapisan tanah lempung berlanau sedikit pasir, warna abu-abu.
- kedalaman -14 m s.d. -38 m MT didapatkan lapisan tanah lempung, warna abu-abu kehitaman.

Bor log dan nilai SPT (N – *blows/feet*) dapat dilihat pada lampiran.

2.3. Peraturan-Peraturan yang Digunakan

Perencanaan dan perhitungan dalam tugas akhir ini menggunakan

peraturan-peraturan sebagai berikut:

a. Konsep SNI 1997 – Tata Cara Perhitungan Konstruksi Baja Untuk Bangunan Gedung
b. AISC - *Manual of Steel Construction – Load and Resistance Factor Design First Edition* (1986)
c. AISC - *Manual of Steel Construction – Volume II – Connection* , ASD 9th edition/LRFD 1st edition (1992)
d. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK-SNI T-15-1991-03)
e. Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Untuk Gedung (PPTGIUG 1983)
f. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

2.4. Pembebanan

Beban-beban yang akan ditanggung oleh struktur atau elemen struktur pada tugas akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

2.4.1. Beban Mati

Beban mati (D) merupakan beban gaya berat struktur dan elemen struktur pada suatu posisi tertentu yang bekerja terus menerus (bersifat tetap), termasuk peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung menuju arah bumi pada saat struktur telah berfungsi. Adapun beban mati yang diperhitungkan:

a. Baja : 7850 kg/m3

b. Beton bertulang : 2400 kg/m3

c. Pasangan batu merah : 250 kg/m2

d. Adukan semen, per cm tebal : 21 kg/m2

e. Penutup lantai keramik : 24 kg/m2

f. Bondek : 10.1 kg/m2

g. Langit-langit + penggantung : 7 kg/m2

h. Penutup atap genting + usuk + reng : 40 kg/m2

2.4.2. Beban Hidup

Beban hidup (L) merupakan beban yang bekerja akibat terjadinya penghunian atau penggunaan gedung. Yaitu:

a. Lantai asrama, ruang kuliah dan kantor : 250 kg/m2

b. Tangga, bordes, selasar/gang : 300 kg/m2

c. Lantai gudang : 400 kg/m2

Untuk perencanaan balok induk dan portal diambil koefisien reduksi beban hidup sebesar 0.75 akibat kecilnya peluang terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian struktur pemikul secara serempak selama umur gedung. Sedangkan untuk peninjauan gempa diambil koefisien reduksi sebesar 0.3.

Dan khusus untuk atap perlu diperhitungkan beban akibat air hujan yang disesuaikan dengan sudut kemiringan atap (α) dengan tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m2.

2.4.3. Beban Angin

Beban angin (W) ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positip

dan tekanan negatip (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Untuk perencanaan dalam tugas akhir ini diambil sebesar 25 kg/m2 sesuai dengan tekanan tiup minimum yang disyaratkan oleh PPIUG 1983 pasal 4.2.(1).

2.4.4. Beban Gempa

Beban gempa (E) didasarkan pada Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Untuk Gedung (PPTGIUG 1983) dengan zone gempa 4 dan struktur berada di atas tanah lunak. Dimana dalam penentuan nilai koefisien gempa dasar C, berdasarkan peruntukan gempa periode ulang 20 tahun. Beban gempa dianalisa secara dinamis menggunakan analisa ragam spektrum respon.

2.4.5. Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Untuk perhitungan struktur atap
   a. 1.2D + 1.6R + 0.8W
   b. 1.2D + 1.6Lr

   Dua kombinasi di atas merupakan penjabaran dari persamaan LRFD A4-3. Dua macam kombinasi di atas dimaksudkan untuk mencari harga terbesar antara beban hidup akibat hujan (R) dan akibat beban orang terpusat (Lr).
2. Untuk perhitungan pelat lantai, balok anak komposit, dan tangga
   a. 1.2D + 1.6L (menurut SK SNI 1991 pasal 3.2.2 ayat 1)
3. Untuk perhitungan struktur utama
   a. 1.4 D (LRFD A4.3)

b. 1.2D + 1.6L

c. 0.75(1.2D + 1.6L + 1.6W)

d. 0.9D + 1.3W

e. $1.05(D + L_R \pm E)$

Empat kombinasi (b s.d. e) di atas berdasarkan Konsep SNI 1997 pasal 12.3.1.

Dimana L_R adalah beban hidup yang telah direduksi sesuai PPIUG 1983.

Namun demikian secara umum untuk pembebanan yang digunakan untuk struktur di bawahnya atau yang terbebani akibat komponen struktur digunakan kombinasi beban tak berfaktor atau beban kerja.

2.5. Mutu Bahan

Mutu bahan yang akan dipakai untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Baja struktur BJ 37 dengan fu = 370 MPa , fy = 240 MPa
2. Baja tulangan fy = 390 MPa, kecuali kolom komposit fy = 320 MPa
3. Beton f'c = 30 MPa
4. Baut mutu tinggi A325 seperti yang disyaratkan oleh LRFD A3.3. dengan fu = 120 ksi = 827 MPa
5. Baut angkur A307 seperti yang disyaratkan oleh LRFD A3.3. dengan fu = 60 ksi = 413 MPa
6. Mutu las E-70XX
7. Pondasi tiang pancang memakai produksi WIKA
8. Pelat bondek memakai Lysaght Bondek produksi BHP Steel

BAB III
DASAR TEORI KONSTRUKSI BAJA DAN KOMPOSIT BAJA - BETON

BAB III
DASAR TEORI KONSTRUKSI BAJA DAN KOMPOSIT BAJA - BETON

3.1. Umum

Seperti yang telah dikemukan pada bagian 1.5.a. dan bagian 2.3., maka dasar teori untuk perencanaan dan perhitungan tugas akhir ini khususnya mengenai konstruksi baja dan komposit baja - beton didasarkan pada Konsep SNI 1997 - Tata Cara Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Bangunan Gedung dan *AISC - Load and Resistance Factor Design 1986*. Dimana keduanya didasarkan pada pendekatan desain keadaan batas atau *ultimate strength*.

Pendasaran pada dua peraturan ini tidak bertujuan untuk membandingkan hasil desain satu dengan yang lainnya. Secara umum tetap mengacu pada Konsep SNI 1997, namun dalam beberapa hal yang masih memerlukan penjelasan lebih lanjut yang tidak tercakup dalam peraturan ini, penulis mendasarkan perencanaannya pada *AISC-LRFD 1986*.

Khusus untuk batas lendutan maksimum, penulis masih mengacu pada PPBBI 1984 tabel 31. Dimana beban yang diperhitungkan tanpa faktor reduksi.

3.2. Konstruksi Baja

3.2.1. Komponen Struktur yang Menerima Lentur

Persyaratan kuat momen nominal pada desain faktor beban dan resistansi yang dianalisa secara elastis menurut Konsep SNI 1997 pasal 5.1 secara umum dapat dinyatakan dengan:

$$Mu \leq \phi Mn \qquad (3.2.1)$$

dimana:

Mu = momen lentur berfaktor komponen struktur pada sumbu tertentu

ϕ = faktor resistansi untuk lentur = 0.9

Mn = kekuatan momen nominal komponen struktur pada sumbu tertentu

Desain kuat momen nominal dengan memperhatikan pengaruh tekuk lokal dan lateral didasarkan pada tipe penampang:

1. kompak jika $\lambda \leq \lambda p$
2. tidak kompak jika $\lambda p < \lambda \leq \lambda r$
3. langsing jika $\lambda > \lambda r$

dan pada batasan panjang bentang antara dua titik yang ditahan terhadap bahaya tekuk lateral (Lb):

1. bentang pendek jika $Lb \leq Lp$
2. bentang menengah jika $Lp < Lb \leq Lr$
3. bentang panjang jika $Lb < Lr$

Dimana:

$\lambda = bf/2tf$ untuk lentur pelat sayap profil I

$\lambda = bf/tf$ untuk lentur pelat sayap profil C, dan

$\lambda = hc/tw$ untuk lentur pelat badan

serta batasan nilai λp dan λr ditentukan sesuai tabel 4.5.2 Konsep SNI 1997dan nilai Lp, dan Lr ditentukan sesuai tabel 5.3.2 Konsep SNI 1997.

Kuat momen nominal yang melentur pada sumbu kuat atau sumbu lemah dapat diperiksa sebagai berikut (*LRFD Manual Section 3*):

A. Penampang kompak (Cb =1.0)

1. $Lb \leq Lp$

$$\phi Mn = \phi Mp = \phi Z fy \qquad (3.2.2)$$

2. $Lp < Lb \leq Lr$

$$\phi Mn = \phi Mp - \phi (Mp - Mr)\left(\frac{Lb - Lp}{Lr - Lp}\right) \leq \phi Mp \qquad (3.2.3)$$

3. $Lb > Lr$

$$\phi Mn = \phi Mcr \leq \phi Mp \qquad (3.2.4)$$

B. Penampang tidak kompak (Cb = 1.0)

1. $Lb \leq L'p$

$$\phi M'n = \phi Mp - \phi (Mp - Mr)\left(\frac{\lambda - \lambda p}{\lambda r - \lambda p}\right) \leq \phi Mp \qquad (3.2.5)$$

$$L'p = Lp + (Lr - Lp)\left(\frac{Mp - M'n}{Mp - Mr}\right) \qquad (3.2.6)$$

2. $L'p < Lb \leq Lr$

$$\phi Mn = \phi Mp - \phi (Mp - Mr)\left(\frac{Lb - Lp}{Lr - Lp}\right) \leq \phi M'n \qquad (3.2.7)$$

3. $Lb > Lr$ (analog persamaan 3.2.4)

C. Penampang kompak (Cb > 1.0)

1. $Lb \leq Lm$ (analog persamaan 3.2.2)

2. $Lb > Lm$ (analog persamaan 3.2.3)

$$\phi Mn = Cb\ [\phi Mp - \phi (Mp - Mr)\left(\frac{Lb - Lm}{Lr - Lm}\right)] \leq \phi Mp \qquad (3.2.8)$$

untuk $Lm \leq Lr$

$$Lm = Lp + [(Cb\ Mp - Mp)(Lr - Lp) / Cb\ (Mp - Mr)] \qquad (3.2.9)$$

untuk $Lm > Lr$

$$Lm = \frac{Cb\pi}{Mp}\sqrt{\frac{EIyGJ}{2}}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{4IwMp^2}{IyCb^2G^2J^2}}} \qquad (3.2.10)$$

D. Penampang tidak kompak (Cb > 1.0)

1. $Lb \leq L'm$

$$\phi Mn = \phi M'n < \phi Mp \qquad (3.2.11)$$

2. $Lb > L'm$ (analog persamaan 3.2.3)

$$\phi Mn = Cb\ [\phi Mp - \phi (Mp - Mr)\left(\frac{Lb - L'm}{Lr - L'm}\right)] \leq \phi M'n \qquad (3.2.12)$$

untuk $L'm \leq Lr$

$$L'm = L'p + [(Cb\ M'n - M'n)(Lr - Lp) / Cb\ (Mp - Mr)] \qquad (3.2.13)$$

untuk $L'm > Lr$

$$L'm = \frac{Cb\pi}{Mp}\sqrt{\frac{EIyGJ}{2}}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{4IwMp^2}{IyCb^2G^2J^2}}} \qquad (3.2.14)$$

nilai Cb untuk Lm atau $L'm = Lr$:

$Cb = fy\ Z / (fy - fr)S$

E. Penampang langsing (Konsep SNI 1997 pasal 5.2.5)

$$\phi Mn = \phi Mfy\left(\frac{\lambda r}{\lambda}\right)^{?} \quad \text{untuk momen terhadap sumbu lemah} \quad (3.2.15)$$

$$\phi Mn = \phi Mfy\left(\frac{\lambda r}{\lambda}\right) \quad \text{untuk momen terhadap sumbu kuat} \quad (3.2.16)$$

dimana:

Mp = momen lentur plastis

Z = modulus plastis profil pada tiap-tiap sumbu

fy = tegangan leleh material

Lb = jarak antara dua pengekang lateral yang berdekatan

Lp = syarat bawah jarak dua dua pengekang lateral yang berdekatan

Lr = syarat atas jarak antara dua pengkang lateral yang berdekatan

$Cb = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 \leq 2.3$

M_1 adalah momen ujung yang lebih kecil dan M_2 adalah yang lebih besar pada suatu segmen tak berpenopang. Rasio M_1/ M_2 bernilai negatif jika menyebabkan kurvatur tunggal dan positif jika kurvatur berbeda/berkebalikan.

$Mr = (fy - fr)S$

dimana fr = tegangan sisa diambil 70 Mpa untuk *hot rolled profil* dan 115 MPa untuk *welded profil*.

Mcr = momen kritis yang telah ditentukan pada tabel 5.3.5. Konsep SNI 1997

Iy = momen inersia sumbu y - y

Iw = konstanta puntir lengkung (lihat tabel pada lampiran)

J = konstanta puntir torsi (lihat tabel pada lampiran)

E = modulus elastisitas baja (2.1×10^5 MPa)

G = modulus geser baja (0.81×10^5 MPa)

Persyaratan kuat nominal geser berdasarkan Konsep SNI 1997 pasal 5.8. secara umum dinyatakan sebagai:

$$Vu \leq \phi Vn \tag{3.2.17}$$

1. jika $h/tw \leq 1.10 \sqrt{knE / fy}$

$$\phi Vn = \phi (0.60 fy Aw) \tag{3.2.18}$$

2. jika $1.10 \sqrt{knE / fy} < h/tw \leq 1.37 \sqrt{knE / fy}$

$$\phi Vn = \phi (0.60 fy Aw)[(1.10 \sqrt{knE / fy})/(h/tw) \tag{3.2.19}$$

3. jika $h/tw > 1.37 \sqrt{knE / fy}$

$$\phi Vn = \phi (0.90 Aw\ kn\ E) / (h/tw)^2 \tag{3.2.20}$$

dimana:

ϕ = faktor resistensi = 0.90

Vu = geser beban layanan terfaktor

Vn = kuat nominal geser pelat badan yang didasarkan pada:

kn = $5 + 5 / (a/h)^2$

Dalam hal menerima lentur sebuah komponen struktur perlu diperiksa batas lendutan dimana merupakan salah satu persyaratan daya layanan terhadap beban kerja. Lendutan yang terjadi dalam menahan beban yang disyaratkan tidak

boleh melebihi lendutan ijin yang berdasarkan PPBBI 1984 adalah sebagai berikut:

a. gording, $\Delta_{ijin} = L/180$

b. kuda-kuda (balok pendukung atap), $\Delta_{ijin} = L/360$

c. balok pendukung lantai bangunan, $\Delta_{ijin} = L/360$

d. balok pendukung tembok pasangan batu, $\Delta_{ijin} = L/600$

Jika terjadi lentur biaksial maka kontrol kehandalan dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan tegangan kombinasi (persamaan 7.11.3 pada *Salmon - Johson*)

$$fn = \frac{Mux}{\phi Sx} + \frac{Muy}{\phi Sy} \leq fy \qquad (3.2.21)$$

atau dengan menggunakan persamaan pada Konsep SNI 1997 pasal 4.4.2.4 (b) untuk Nu = 0, maka:

$$\frac{Mux}{\phi Mnx} + \frac{Muy}{\phi Mny} \leq 1.00 \qquad (3.2.22)$$

dimana:

ϕ = faktor resistensi = 0.9

fn = tegangan nominal (yang terjadi)

Sx,Sy = nilai modulus elastis penampang

3.2.2. Komponen Struktur yang Menerima Aksial

Secara umum komponen struktur yang menerima aksial kuat nominalnya menurut Konsep SNI 1997 pasal 7.1. harus memenuhi:

$$Nu \leq \phi Nn \qquad (3.2.23)$$

3.2.2.1. Batang Tarik

Kontrol kekuatan pada batang tarik dilakukan dengan:

1. Kontrol kekuatan nominal dengan menggunakan persamaan:

   a. pada pelelehan penampang bruto: $\phi Nn = \phi fy\, Ag$ (3.2.24)

   b. pada retak penampang bersih: $\phi Nn = \phi fu\, Ae$ (3.2.25)

Khusus untuk jangkar tarik (*sag rod* atau *track stang*) kuat tarik nominal didasarkan pada tabel J3.2. LRFD:

$$\phi Nn = \phi Ag\,(0.75\, fu) \qquad (3.2.26)$$

dimana:

ϕ = 0.90 (untuk persamaan. 5.1.24), 0.75 (persamaan 3.2.25 dan 3.2.26)

Ag = luas penampang kotor

Ae = luas efektif penampang (menurut Konsep SNI 1997 pasal 7.2)

2. Kontrol kekakuan terhadap gaya tarik ditinjau pada masalah rasio kerampingan:

   a. $Lk/r \leq 300$ pada batang-batang sekunder

   b. $Lk/r \leq 240$ pada batang-batang primer

Dimana batasan tersebut diatas tidak berlaku untuk *threaded rod / sag rod* menurut LRFD B7.

3.2.2.2. Batang Tekan

Kontrol kekuatan pada batang tekan dilakukan dengan:

1. Dengan $Nu \leq \phi Nn$, maka untuk penampang kompak dan tidak kompak ($\lambda < \lambda p$ atau $\lambda p < \lambda < \lambda r$) daya dukung nominal tekan dihitung sebagai berikut:

$$\phi Nn = 0.85\, Ag\, f_{cr} = 0.85\, Ag\, fy / \omega \qquad (3.2.27)$$

dimana untuk:

$\lambda_s \leq 0.183$ maka $\omega = 1$ (3.2.28)

$0.183 \leq \lambda_s \leq 1$ maka $\omega = 1.5/(1.6 - 0.75\, \lambda_s)$ (3.2.29)

$\lambda_s \geq 1$ maka $\omega = 1.76\, \lambda^2_s$ (3.2.30)

dengan: $\lambda_s = \sqrt{0.7}\ \lambda_s$ dan harga $\lambda_c = \dfrac{L_k}{\pi}\sqrt{\dfrac{fy}{E}}$

sedangkan $l_k = k_c\, l$, dimana besarnya harga k_c dapat ditentukan berdasarkan gambar 4.6.4.2 atau gambar 4.6.4.3 pada konsep SNI 1997.

Jika persyaratan λ_r terlampaui, maka harga tegangan kritik, f_{cr}, menurut LRFD-Apendiks B ditentukan berdasarkan sebagai berikut:

a. untuk $\lambda_c \sqrt{Q} \leq 1.5$, maka $f_{cr} = 6.895(0.658^{Q\lambda^2_c})\, Q\, fy$ (3.2.31)

b. untuk $\lambda_c \sqrt{Q} > 1.5$, maka $f_{cr} = 6.895\left(\dfrac{0.877}{\lambda^2 c}\right) fy$ (3.2.32)

dimana harga Q ditentukan sebagai berikut:

a. pada elemen tanpa pengaku (Q_s)

$$Q = Q_s = 2.626\ (1.34 - 0.00437\left(\frac{bf}{tf}\right)\sqrt{fy}\ )\ \textit{atau}$$

$$Q_s = 3.519 - 0.0117\left(\frac{bf}{tf}\right)\sqrt{fy} \qquad (3.2.33)$$

b. pada elemen dengan pengaku (Q_a)

$$Q_a = A_{eff} / A_{bruto} \qquad (3.2.34)$$

dengan $A_{eff} = A_{bruto} - \Sigma(b - b_E)t$; atau dapat dituliskan menjadi

$$A_{eff} \quad A_{bruto} \quad \Sigma\left(\frac{b}{t}-\frac{b_f}{t}\right)t^2 \qquad (3.2.35)$$

dan harga $\frac{b_f}{t}=\frac{856}{\sqrt{fy}}\left[1-\frac{170}{(b/t)\sqrt{fy}}\right]$ (3.2.36)

2. Kontrol batas-batas kelangsingan batang terhadap gaya tekan $\lambda = Lk/r \leq 200$

3.2.3. Komponen Struktur yang Menerima Kombinasi (Lentur dan Aksial)

Komponen struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial harus direncanakan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Untuk $\frac{Nu}{\phi Nn} \geq 0.2$

$$\frac{Nu}{\phi Nn}+\frac{8}{9}\left(\frac{Mux}{\phi Mnx}+\frac{Muy}{\phi Mny}\right) \leq 1.0 \qquad (3.2.37)$$

2. Untuk $\frac{Nu}{\phi Nn} < 0.2$

$$\frac{Nu}{2\phi Nn}+\left(\frac{Mux}{\phi Mnx}+\frac{Muy}{\phi Mny}\right) \leq 1.0 \qquad (3.2.38)$$

dimana:

Nu = gaya aksial berfaktor (tekan atau tarik)

Nn = kekuatan nominal aksial penampang

ϕ = faktor resistansi (sesuai perlakuan yang dialami batang tersebut)

Mn = momen nominal penampang

Mu = momen lentur terfaktor dimana sudah termasuk pengaruh orde kedua sebagai berikut:

Dan sekaligus akan terjadi gaya-gaya dalam vertikal saja dan gaya geser diabaikan.

Sedangkan jika suatu sistem bekerja dengan aksi komposit maka tidak akan terjadi slip. Gaya-gaya geser terjadi pada serat bawah beton dan serat atas baja. (gambar 3.1.b.)

3.3.1.1. Lebar Efektif

Lebar efektif b_E dari suatu flens untuk batang komposit sebagai penyederhanaan praktis untuk keperluan desain yang telah ditentukan oleh LRFD-13.1 dan ASD-11 dapat dinyatakan sebagai berikut (gambar 3.2.):

Gambar 3.2. *Dimensi-dimensi yang menentukan lebar efektif b_E pada balok komposit*

1. Untuk balok/gelagar interior:

$$b_E \leq L/4 \qquad (3.3.1)$$

$$b_E \leq b_o \text{ (untuk jarak balok yang sama)} \qquad (3.3.2)$$

2. Untuk balok/gelagar eksterior:

$$b_E \leq L/8 \qquad (3.3.3)$$

$$Mu = \delta_b Mntu + \delta_s Mltu \qquad (3.2.39)$$

dimana:

Mnt = momen terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan

Mlt = momen terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang dapat menimbulkan goyangan

δ_b = amplifikasi faktor = $cm / (1 - Nu/Ncr) \geq 1$ (3.2.40)

untuk elemen tak bergoyang tanpa beban transversal:

$$cm = 0.6 - 0.4(M_1/M_2) \qquad (3.2.41)$$

untuk elemen tak bergoyang dengan beban transversal:

cm = 1 untuk elemen dengan ujung-ujung sederhana,

cm = 0.85 untuk elemen dengan ujung-ujung kaku.

Ncr = $Ag\,fy / \lambda^2_c$ (Konsep SNI 1997 pasal 4.6.2.) (3.2.42)

δ_s = amplifikasi faktor = $1/[1 - \Sigma Nu(\Delta_{oh}/\Sigma HL)]$ (3.2.43)

ΣNu = jumlah gaya aksial tekan terfaktor untuk seluruh kolom pada satu tingkat yang ditinjau

ΣH = jumlah gaya horisontal yang mengakibatkan Δ_{oh}

L = panjang elemen

Δ_{oh} = jarak / panjang perpindahan yang terjadi

$b_E \leq l/2\ b_o$ + (jarak dari pusat balok ke pinggir slab) (3.3.4)

di mana:

L = panjang bentangan balok/span

b_o = jarak antar balok (khusus untuk jarak antar balok yang sama).

3.3.1.2. Kekuatan Momen Nominal Penampang Komposit

Kekuatan momen nominal Mn dari suatu penampang komposit yang slabnya dalam tekan (momen positif) tergantung pada tegangan leleh fy dan sifat-sifat penampangnya (termasuk kerampingan λ = hc / tw untuk badan balok) untuk balok baja kekuatan slab beton f'c, dan kekuatan konektor geser yang memberikan transfer geser *interface* di antara slab dan baloknya.

Kekuatan momen nominal Mn bila slabnya dalam tekan (momen positif) dibagi menjadi dua kategori menurut Konsep SNI 1997 pasal 9.4.2.1 sebagai berikut:

1. untuk $hc / tw \leq 1681.52\sqrt{\frac{1}{fy}}$ (3.3.5)

Mn = berdasarkan distribusi tegangan palstis pada penampang komposit

ϕ = 0.85

2. untuk $hc / tw > 1681.52\sqrt{\frac{1}{fy}}$ (3.3.6)

Mn = berdasarkan superposisi tegangan-tegangan elastis dengan memperhitungkan pengaruh tumpuan sementara

ϕ = 0.90

dimana fy = tegangan leleh

Kuat lentur negatif rencana ϕMn, harus dihitung untuk penampang baja saja. Sebagai alternatif kuat lentur negatif rencana ϕMn dapat dihitung dengan mengambil $\phi = 0.85$ dan Mn ditentukan berdasarkan distribusi tegangan plastik pada penampang komposit, selama hal-hal berikut dipenuhi:

a. Balok baja mempunyai penampang yang kompak yang diberi pengaku yang memadai.
b. Pelat beton dan balok baja di daerah moemn negatif harus disatukan dengan penghubung geser.
c. Tulangan pelat yang sejajar dengan balok baja di sepanjang daerah lebar efektif pelat beton harus diangker dengan baik.

Dengan distribusi tegangan plastis pada daerah momen positif, gaya tekan C pada pelat beton ditentukan oleh nilai terkecil dari persamaan-persamaan berikut:

$$C = As\,fy \qquad (3.3.7)$$

$$C = 0.85\,f'c\,Ac \qquad (3.3.8)$$

$$C = \Sigma Qn \qquad (3.3.9)$$

Kedalaman blok tekan:

$$a = C / 0.85\,f'c\,b_E \qquad (3.3.10)$$

Berikut ini beberapa parameter untuk penentuan kategori posisi/letak sumbu netral plastis menurut LRFD I3-2:

$Pyw = (d - 2tf)\,tw\,fy$, pelelehan pelat badan (3.3.11)

$Pyf = 0.5\ (As\ fy - Pyw)$, pelelehan pelat sayap (3.3.12)

$Py = Pyw + 2Pyf$, pelelehan penampang baja (3.3.13)

$Mpw = 0.25\ Pyw\ (d - 2tf)$, momen plastis pelat badan (3.3.14)

$Mpf = Pyf\ (d - 2tf)$, momen plastis pelat sayap (3.3.15)

$Mp = Mpw + Mpf$, momen plastis penampang baja (3.3.16)

Sedangkan kategori penentuan kekuatan nominal Mn berdasarkan distribusi tegangan plastis:

1. Sumbu Netral Plastis (PNA) pada pelat badan balok baja ($C \leq Pyw$)

$$Mn = Mp - (C / Pyw)^2\ Mpw + Ce \quad (3.3.17)$$

$$e = 0.5d + hr + tc - 0.5a \quad (3.3.18)$$

2. Sumbu Netral Plastis (PNA) di bagian atas pelat badan balok baja ($C = Pyw$)

$$Mn = Mpf - Pyw\ e \quad (3.3.19)$$

3. Sumbu Netral Plastis (PNA) pada pelat sayap balok baja ($Pyw \leq C \leq Py$)

$$Mn = 0.5(Py - C)\left[d - \left(\frac{Py - C}{2Pyf}\right)tf\right] + C\,e \quad (3.3.20)$$

4. Sumbu Netral Plastis (PNA) di bagian atas pelat sayap balok baja ($C = Py$)

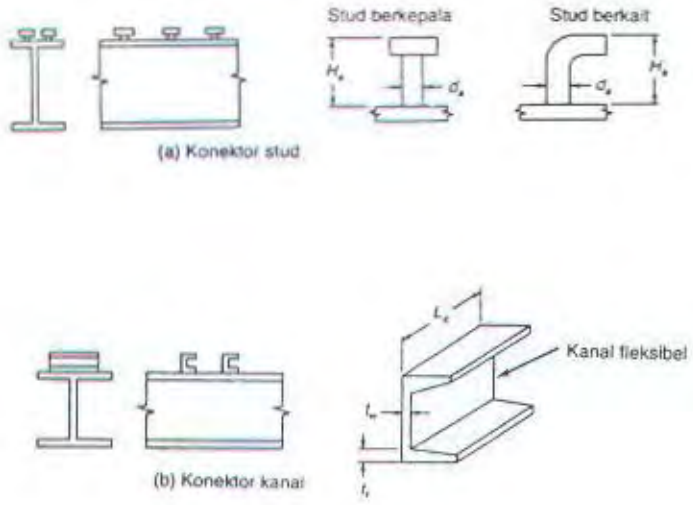
$$Mn = Py\ e \quad (3.3.21)$$

5. Sumbu Netral Plastis (PNA) pada pelat beton ($C < 0.85f'c\ Ac$) Mn mengacu pada persamaan 3.3.21 diatas.

a. $Vnh = 0.85 f'c\ b_E\ ts$ (3.3.22)

b. $Vnh = As\ fy$ (3.3.23)

c. $Vnh = \Sigma qn$ (3.3.24)



***Gambar 3.4.** Penghubung geser*

Kuat nominal satu penghubung geser stad yang ditanam di dalam pelat beton masif:

$$Qn = 0.5\ Asc\ \sqrt{f'cEc} \leq Asc\ fu \text{ untuk } Hs/ds \geq 4 \quad (3.3.25)$$

dimana:

ΣQn = jumlah kekuatan penghubung-penghubung geser di sepanjang daerah yang dibatasi oleh momen positif maksimum dan momen nol.

Qn = kekuatan nominal salah satu stad

Hs = tinggi stad (lihat gambar 3.4.)

ds = diameter stad

Asc = luas penampang lintang stad ($1/4\ \pi\ ds^2$)

fu = tegangan tarik stad minimum yang dispesifikasikan

f'c = kekuatan tekan beton berusia 28 hari

Ec = modulus elastisitas beton ($4700\sqrt{f'c}$)

Namun demikian untuk penghubung geser stad yang ditanam di dalam pelat beton yang berada di atas dek baja bergelombang dengan tinggi gelombangnya *hr* tidak lebih dari 75 mm, lebar rata *wr* tidak boleh kurang dari 50 mm, tinggi stad tidak boleh kurang dari 40 mm diatas sisi dek baja paling atas setelah terpasang. Dan selain itu menurut LRFD *figure C-I3.3, p. 6-211* (dikutip dari *J.C. Smith*) kuat nominal penghubung geser stad harus dikalikan dengan faktor reduksi Rsc dengan ketentuan sebagai berikut:

A Dek baja tegak lurus dengan balok baja:

a. Dek baja harus diangkerkan (bisa dengan pengelasan) pada penyanggahnya (balok baja) dengan spasi maksimum 450 mm.

b. Tebal pelat beton di bagian bawah gelombang dek baja diabaikan dalam perhitungan luas beton, $Ac = b_E\ ts$.

a. Dek baja harus diangkerkan (bisa dengan pengelasan) pada penyanggahnya (balok baja) dengan spasi maksimum 450 mm.

b. Tebal pelat beton di bagian bawah gelombang dek baja diabaikan dalam perhitungan luas beton, $Ac = b_E\, ts$.

c. Spasi longitudinal antar penghubung geser stad tidak boleh melebihi 900 mm.

d. Kuat nominal dihitung dengan persamaan 3.3.25 dengan faktor reduksi:

$$Rsc = \frac{0.85wr}{hr\sqrt{Nr}}\left(\frac{Hs}{hr} - 1.0\right) \leq 1.0 \qquad (3.3.26)$$

untuk Nr $\leq$ 3, Rsc pakai persamaan 3.3.26 diatas. Namun jika Nr > 3, perlu diperhitungkan bahwa Hs $\leq$ (hr + 3).

B Dek baja sejajar dengan balok baja:

a. Tebal pelat beton di bagian bawah gelombang dek baja dimasukkan dalam perhitungan luas beton, $Ac = b_E\, ts$.

b. jika hr $\geq$ 40 mm maka wr harus $\geq$ 50 mm, untuk penempatan stad pertama pada arah transversal (dengan Nr > 2) maka wr $\geq$ [50 + 4(Nr - 1)ds]

c. Jika wr/hr < 1.5, kuat nominal dihitung dengan persamaan 3.3.25 dengan faktor reduksi:

$$Rsc = \frac{0.60wr}{hr}\left(\frac{Hs}{hr} - 1.0\right) \leq 1.0 \qquad (3.3.27)$$

Hs $\leq$ (hr + 3).

dimana:

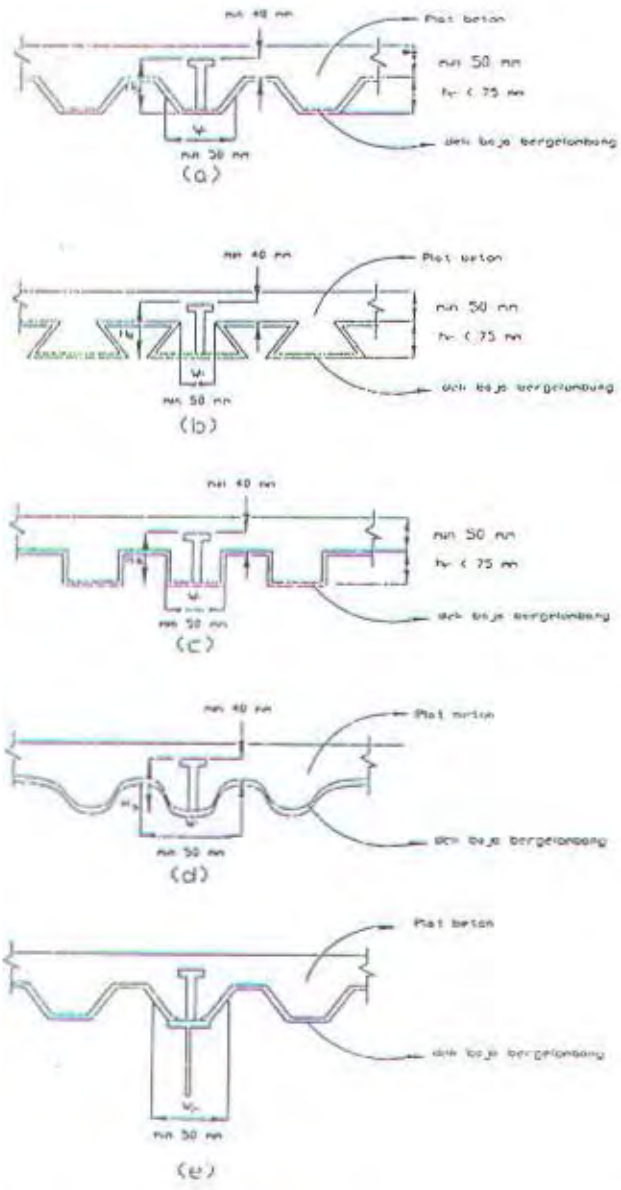
hr = tinggi nominal gelombang dek baja $\leq$ 75 mm

wr = lebar rata-rata gelombang $\geq$ 50 mm

Nr = jumlah stad pada satu rib dalam arah penampang melintang balok baja.

Jumlah penghubung geser stad yang diperlukan:

$$N = Vnh / Qn \qquad (3.3.28)$$



Gambar 3.5. Persyaratan untuk dek baja bergelombang

Sedangkan jarak antar stad:

$$p = L / N \qquad (3.3.29)$$

Persyaratan jarak maksimum antar stad:

$$p_{maks} = 8\ ts \qquad (3.1.30)$$

$$p_{min} = 6\ ds \qquad (3.3.31)$$

dalam arah transversal $p_{min} = 4\ ds$

dimana:

L = panjang bentang balok baja antara momen lentur maksimum hingga momen nol.

ts = tebal total pelat beton

ds = diameter stad

3.3.1.5. Lendutan Komposit Baja - Beton

Lendutan pada balok komposit tergantung pada metode konstruksinya, yaitu *proped construction* atau *unproped construction*, serta pengaruh rangkak dan susut pelat beton. Pada konstruksi yang menggunakan penyanggah sementara (*proped construction*) lendutan yang diperhitungkan hanya terhadap beban hidup dan beban *finishing* lainnya yang akan ditahan oleh momen inersia komposit *Itr*. Sedangkan pada konstruksi tanpa penyanggah semetara (*unproped construction*), lendutan akibat beban mati selama pelaksanaan ditahan oleh momen inersia balok baja *Is* saja dan setelah penyanggah dihilangkan, momen inersia komposit menahan beban hidup dan beban *finishing* lainnya. Batasan lendutan maksimum bisa dipakai L/360 berdasarkan PPBBI 1984.

3.3.2. Kolom Komposit

Kolom komposit terbuat dari penampang baja giling/gilas (*rolled*) atau *built up* yang dicor di dalam beton struktural atau terbuat dari penampang baja berongga (pipa atau tabung) yang diisi beton struktural.

a. Tabung baja yang diisi beton (*concrete filled*)

b. Baja yang diselimuti beton (*concrete encased*)

Gambar 3.6. Penampang kolom komposit

3.3.2.1. Batasan Tentang Kolom Komposit

Batasan untuk kolom komposit dalam hal menerima tekan adalah sebagai berikut:

1. $As \geq 0.04\ Ag$ (luas penampang baja minimal 4% dari luas penampang lintang total)
2. Selubung beton untuk penampang komposit yang berintikan baja harus diberi tulangan longitudinal dan tulangan pengekang lateral. Tulangan baja longitudinal harus menerus pada tingkat lantai struktur portal, kecuali untuk tulangan longitudinal yang hanya berfungsi memberi kekangan pada beton.

Jarak antar sengkang (pengikat lateral) tidak boleh melebihi 2/3 dari dimensi terkecil penampang kolom komposit. Luas sengkang dan tulangan longitudinal harus lebih dari 0.18 mm^2 untuk setiap mm jarak antar tulangan transversal terpasang. Tebal bersih selimut beton dari tepi terluar tulangan longitudinal dan transversal minimal sebesar 40 mm.

3. Mutu beton $f'c \leq 55$ MPa dan tidak kurang dari 20 MPa untuk beton normal dan tidak kurang dari 27 MPa untuk beton ringan.

4. Tegangan leleh minimum profil dan tulangan baja yang digunakan dalam perhitungan kekuatan kolom komposit tidak boleh melebihi 380 MPa.

5. Ketebalan dinding minimum t untuk pipa atau tabung yang berisi beton:

   a. untuk tiap lebar permukaan b dalam penampang segi empat:

$$t \geq b\sqrt{\frac{fy}{3E}} \qquad (3.3.32)$$

   b. Diameter luar D dalam penampang lingkaran:

$$t \geq D\sqrt{\frac{fy}{8E}} \qquad (3.3.33)$$

3.3.2.2. Kuat Nominal Tekan

Kuat nominal kolom komposit dalam menerima beban aksial tekan:

$$\phi Nn = \phi As\, fcr \qquad (3.3.34)$$

$$fcr = fmy \cdot \omega \qquad (3.3.35)$$

untuk $\lambda_s \leq 0.183$ maka $\omega = 1$ (3.3.36)

untuk $0.183 < \lambda_s < 1$ maka $\omega = 1.5 / [1.6 - 0.75\lambda_s]$ (3.3.37)

untuk $\lambda_s \geq 1$ maka $\omega = 1.76\,\lambda_s^2$ (3.3.38)

dimana:

$$\lambda_n = \sqrt{0.7}\,\lambda_c \tag{3.3.39}$$

$$\lambda_c = \frac{Kl}{rm\pi}\sqrt{\frac{fy}{Em}} \tag{3.3.40}$$

$$fmy = fy + c_1\, fyr\,(Ar / As) + c_2\, f'c\,(Ac / As) \tag{3.3.41}$$

$$Em = E + c_3\, Ec\,(Ac / As) \tag{3.3.42}$$

dengan:

ϕ = faktor reduksi/resistensi 0.85

Nn = kuat nominal nominal

fcr = tegangan kritis tekan

ω = faktor tekuk

Ac = luas penampang beton

Ar = luas penampang tulangan longitudinal

As = luas penampang profil baja

Ag = luas total penampang komposit

E = modulus elastisitas baja

Ec = modulus elastisitas beton

Em = modulus elastisitas untuk perhitungan kolom komposit

f'c = kuat tekan karakteristik beton

fyr = tegangan leleh baja tulangan

K = faktor panjang efektif kolom

l = panjang unsur struktur

rm = jari-jari girasi kolom komposit

ditentukan nilai terbesar dari:

a. jari-jari girasi penampang kolom baja pada sumbu tekuk

b. 0.3 kali perimeter ukuran komposit pada arah tekuk

λc = parameter kelangsingan

untuk pipa baja yang diisi beton:

$c_1 = 1.0$, $c_2 = 0.85$, $c_3 = 0.4$

untuk profil baja yang diberi selubung beton:

$c_1 = 0.7$, $c_2 = 0.6$, $c_3 = 0.2$

3.2.3. Kuat Nominal Lentur

Dalam hal menerima lentur (dari *J.C.Smith*) suatu kolom komposit didesain dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika $(Nu/\phi Nn) \geq 0.3$

$$\phi Mn = 0.85 Mn_C \qquad (3.3.43)$$

dimana:

Mn_C = kuat nominal lentur yang ditentukan dari distribusi tegangan plastis penampang komposit

dengan perkiraan nilai Mnc dari persamaan LRFD C-14-1:

$$Mnc = Fy\,Z + 1/3(h_2 - 2cr)\,As\,fyr + \left(\frac{h_2}{2} - \frac{Awfy}{1.7 f'ch_1}\right) Aw\,fy \qquad (3.3.44)$$

dimana:

Z = modulus plastis penampang baja

fy = tegangan leleh baja

Aw = luas penampang pelat badan baja

nilai Aw = 0, untuk pipa baja yang diisi beton

Ar = luas total tulangan longitudinal

fyr = tegangan leleh minimum tulangan longitudinal

cr = 1/2(crc + crt)

dengan:

crc = jarak tepi terluar serat tekan ke pusat tulangan longitudinal pada bagian tersebut

crt = jarak tepi terluar serat tarik ke pusat tulangan longitudinal pada bagian tersebut

h1 = lebar penampang komposit sejajar dengan arah lentur

h2 = lebar penampang komposit tegak lurus dengan arah lentur

2. Jika $(Nu/\phi Nn) < 0.3$

Nilai ϕNn ditentukan dengan interpolasi linier untuk nilai $Nu/\phi Nn$ pada garis lurus menuju titik C =[0.85 Mn_C, $(Nu/\phi Nn) = 0.3$] dan titik B = [ϕMn_B, $(Nu/\phi Nn) = 0$], dengan Mn_B adalah kuat nominal lentur untuk balok pada distribusi tegangan plastis penampang komposit. Untuk lebih mudahnya, dapat dipakai rumusan: $\phi Mn_B = 0.9\ Z\ fy$

3.5.2.4. Kombinasi Beban Tekan Dan Lentur

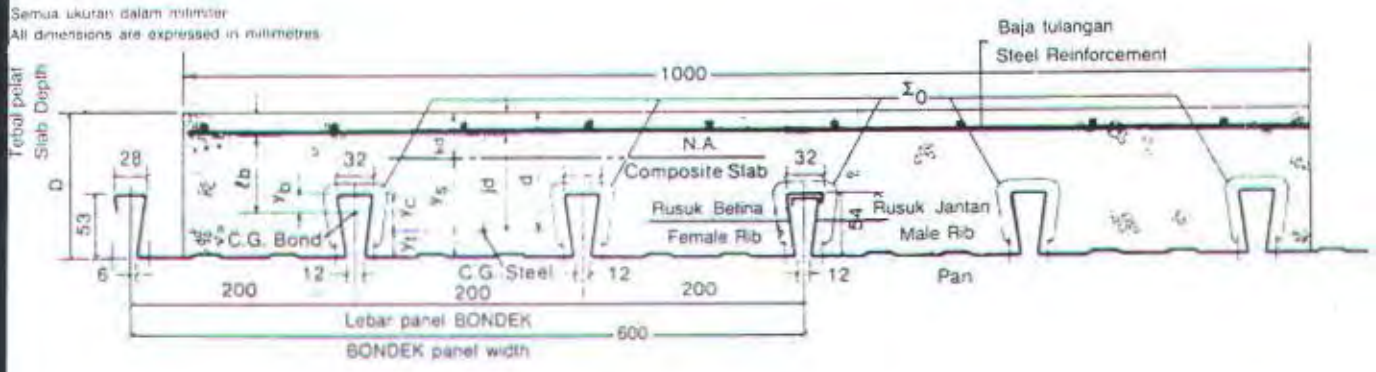
Interaksi beban aksial dan lentur dapat dipakai persamaan 3.2.37 dan 3.2.38 di atas.

BAB IV
PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

BAB IV
PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

4.1. Perencanaan Pelat Lantai

Pelat lantai dengan konstruksi beton bertulang menggunakan alas dek baja yang dapat berfungsi sebagai bekisting dan pengganti tulangan lentur untuk momen positif. Penampang melintang seperti di bawah ini:



Gambar 4.1. Penampang pelat dengan dek baja

Desain prosedur untuk merencanakan pelat lantai didasarkan pada ketentuan yang telah diberikan oleh produsen. Beberapa hal yang data perencanaan dibutuhkan untuk dapat menggunakan tabel perencanaan praktis (tabel 2) berdasarkan ketentuan yang diberikan oleh produsen pada brosurnya adalah sebagai berikut:

1. Jenis bentang (tunggal, ganda, dan menerus)
2. Panjang bentang terpendek (lx) dan panjang bentang terbesar (ly)
3. Total pembebanan yang disebut beban berguna (*super imposed load*) dimana didalamnya tidak termasuk berat sendiri pelat bondek. Jadi beban berguna adalah jumlah per meter persegi beban finishing lainnya (qD) dan beban hidup (qL).

Sedangkan persyaratan yang perlu dipenuhi agar dapat mempergunakan tabel perencanaan praktis sebagai acuan:

1. Rasio $lx/ly > 1.50$ (*one way slab* atau pelat satu arah)
2. Panjang bentang kurang lebih sama, dengan ketentuan bahwa bentang yang lebih besar dari dua bentang yang berdampingan perbedaannya tidak melebihi 20% (atau 1.2) dari bentang yang pendek.
3. Tulangan negatif jika diperlukan, harus mempunyai tegangan leleh minimum 4800 kg/cm^2 (bisa memakai *deformed bar* atau *wire mesh*).

Dan keluaran yang akan didapat dari tabel perencanaan praktis tersebut:

1. Tebal pelat perlu (ts).
2. Tanpa penyanggah atau dengan penyanggah saat pelaksanaan.
3. Luas tulangan negatif yang diperlukan untuk daerah tumpuan (minimum panjang terpasang 1/4 panjang bentang di bagian kiri dan kanan balok pemikul).

4.1.1. Contoh Perhitungan

Pada contoh perhitungan pelat lantai bondek diambil pelat lantai dengan ukuran 2 x 3 m (no. pelat F) sebagai bentang ganda menggunakan bondek *Lysaght*

(*BHP Steel*) tebal 0.75 mm dengan hr = 53 mm.

Perhitungan pelat lantai bondek sebagai berikut:

1. Bentang arah pendek , $lx = 3.00$ m

2. Rasio $ly/lx = 3/2 = 1.5 \geq 1.5$ (*one way slab*).

3. Pembebanan:

Beban mati:

a. Adukan semen, 2 cm tebal = 2 x 21 = 42 kg/m^2

b. Penutup lantai keramik = 24 kg/m^2

c. Penggantung dan plafond dibawah lantai = 7 kg/m^2

qD = 73 kg/m^2

Beban berguna = beban hidup + beban mati selain berat sendiri pelat

= 300 kg/m^2 + 73 kg/m^2

= 373 kg/m^2

Dari tabel perencanaan praktis, maka didapatkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tebal pelat perlu = 9 cm

2. Saat pelaksanaan : tanpa penyanggah

3. Tulangan negatif perlu = 1.55 cm^2 / m = 155 mm^2 / m

Digunakan: pelat ts = 11 cm , tanpa penyanggah, dan pakai BRC M6 (As = 1.88 cm^2/m atau 188 mm^2/m) dan tulangan susut BRC M5 (As = 1.31 cm^2/m atau 131 mm^2/m)

Untuk perhitungan berikutnya disajikan dalam tabel pada lampiran.

4.2. Perencanaan Tangga

4.2.1. Data-Data Perencanaan

Data-data perencanaan tangga meliputi:

a. panjang tangga (*l*)

b. panjang bordes (p)

c. lebar tangga (b)

d. tinggi tangga (h)

4.2.2. Preliminari Desain

Preliminari desain tangga meliputi:

a. lebar injakan (i) dan tinggi injakan (t) dengan mengacu pada persyaratan perencanaan tangga (Konstruksi Bangunan, Imam Subarkah): $60 \text{ cm} \leq 2t + i \leq 62 \text{ cm}$

b. kemiringan tangga (α) tidak lebih dari 40^{o}.

4.2.3. Permodelan dan Analisa Struktur

Permodelan strukturnya seperti di bawah ini:

Gambar 4.2. Permodelan struktur tangga

Dengan pemodelan struktur seperti di atas diharapkan tangga tidak mempengaruhi kekakuan struktur dalam perencanaan terhadap gempa. Karena aksi pembebanan pada struktur utama yang diakibatkan oleh tangga hanyalah reaksi vertikal dan horisontal tanpa momen.

Analisa struktur tangga dilakukan dengan program SAP 90 dengan asumsi sebagai pelat (*shell*). Dimana asumsi perletakan sendi pada ujung-ujung tangga dipakai *restraints* R=1,1,1,0,1,1 dan ujung bordes rol memakai *restraints* R=1,0,1,0,1,1.

4.2.4. Pembebanan Tangga

Tangga direncanakan menerima beban mati (DL), yang merupakan berat sendiri pelat dan beban hidup (LL). Adapun beban hidup tangga didasarkan pada ketentuan yang telah diatur dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) berdasarkan fungsi gedung.

Sedangkan kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan SK SNI T-15-1993-01 ayat 3.2.2.1 yaitu

a. **U = D + L**. (digunakan untuk pembebanan pada struktur utama)

b. **U = 1.2D + 1.6L**. (beban ultimate sebagai perencanaan tulangan)

Pembebanan yang dimasukkan ke dalam *input* SAP 90 berupa beban terpusat arah tegak lurus dengan sumbu global (sumbu x, y, dan z) tangga. Beban terpusat (*loads*) diambil dari beban merata per satuan luas (kg/m^2 atau t/cm^2) yang dikalikan dengan luas tiap *elemen shell* yang mempengaruhi *joint* tersebut. Selanjutnya beban terpusat ini ditempatkan pada *Block Data Loads* untuk *joint-joint* pelat tangga dan pertemuan tangga dengan bordes.

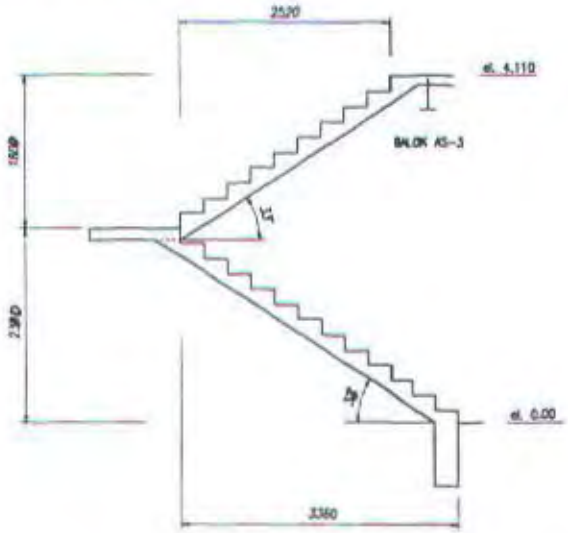
d. jika ρ > ρmaks, digunakan tulangan rangkap atau dimensi pelat diperbesar

4.2.6. Perhitungan

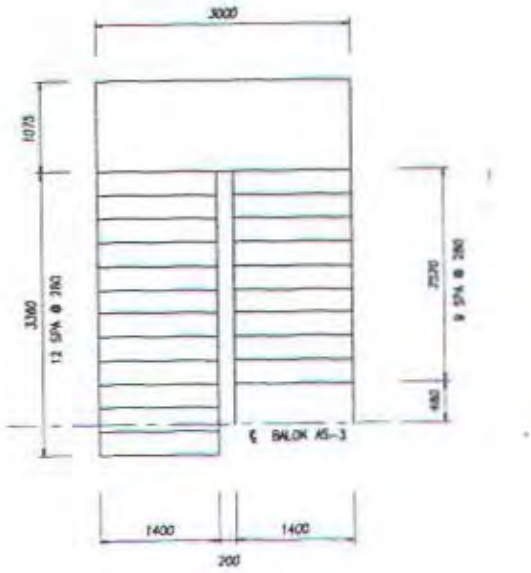
4.2.6.1. Tangga Tipe 1

Tangga tipe 1 adalah tangga lantai 1 yaitu dari elevasi ± 0.00 ke elevasi lantai 2 ± 4.11 (*top of floor*, T.O.F).

A. Data-data perencanaan:



PLAN TANGGA el. 0.00 s.d. el. + 4.00



TAMPAK ATAS

Gambar 4.3. Tampak samping dan tampak atas tangga tipe 1

B. Preliminari desain

1. Direncanakan :

- lebar injakan (I) = 28 cm

- tinggi tanjakan (t) = 18 cm

Kontrol syarat: 60 cm $\leq$ (2 x 18) + 28 = 64 cm $\leq$ 62 cm (masih diijinkan)

2. Jumlah injakan dan tanjakan

Untuk elevasi $\pm$ 0.000 ke elevasi bordes + 2.310:

a. Injakan, nI = 336 / 28 = 12 buah

b. Tanjakan, nT = 231 / (12 + 1) = 17.8 cm

Dalam hal ini dipakai 18 cm x 12 buah + 1 buah 15 cm pada tanjakan pertama.

c. Sudut kemiringan tangga (α) = arc tg [(231/(336 + 28)] = 33°

d. Tebal rata-rata pelat tangga:

tr = tp + ts = tp + (0.5 x d)

d = sin (90 - α) x t = sin (90 - 33°) x 18 $\leq$ 15 cm

sehingga ts = 0.5 x d = 0.5 x 15 = 7.50 cm

maka : tr = 15 + 7.5 = 22.50 cm

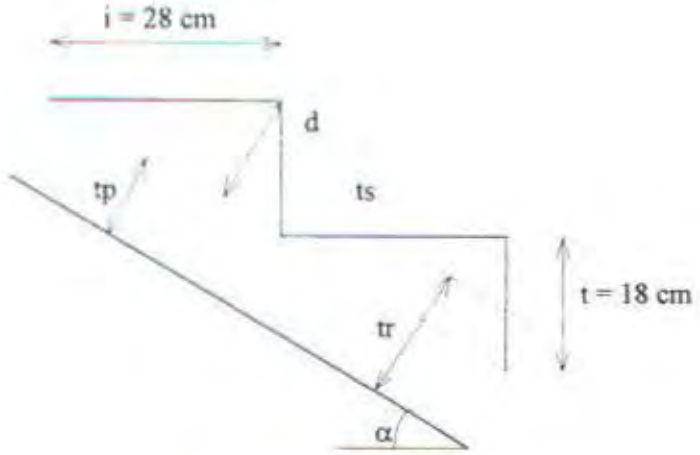
Untuk bordes ke elevasi lantai 2:

a. Injakan, nI = 252 / 28 = 9 buah

b. Tanjakan, nT = 180 / (9 + 1) = 18 cm

c. Sudut kemiringan tangga (α) = arc tg [(180/(252 + 28)] = 33°

d. Tebal rata-rata pelat tangga sama dengan sebelumnya.



Gambar 4.4. Penentuan tebal pelat rata-rata

C. Pembebanan

1. Pembebanan pada pelat tangga

a. Beban mati (DL)

- berat sendiri = 0.225 x 2400	=	540 kg/m^2
- spesi = 2 cm x 21	=	42 kg/m^2
- tegel keramik	=	24 kg/m^2
- sandaran	=	50 kg/m^2
	=	656 kg/m^2

b. Beban hidup (LL)

- beban hidup tangga = 300 kg/m^2

Sehingga beban total berfaktor adalah sebagai berikut:

1. U = DL + LL = 656 + 300 = 956 kg/m^2

2. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 656 + 1.6 x 300 = 1267.2 kg/m^2

2. Pembebanan pada pelat bordes

a. Beban mati (DL)

- berat sendiri = 0.18 x 2400 = 432 kg/m^2
- spesi = 2 cm x 21 = 42 kg/m^2
- tegel keramik = 24 kg/m^2
- sandaran = 50 kg/m^2

= 548 kg/m^2

b. Beban hidup (LL)

- beban hidup tangga = 300 kg/m^2

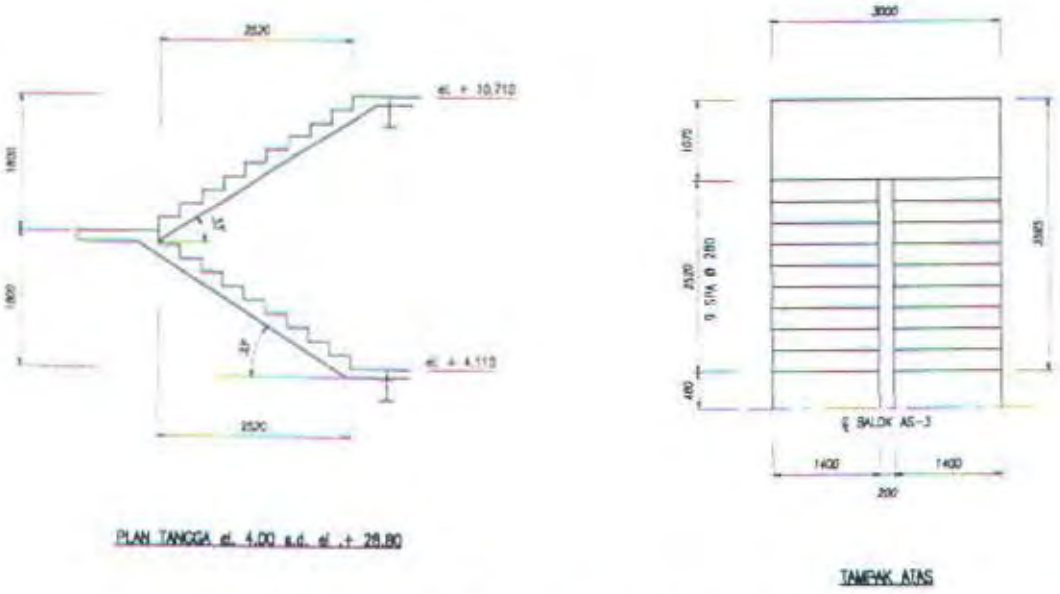
Sehingga beban total berfaktor adalah sebagai berikut:

1. U = DL + LL = 548 + 300 = 848 kg/m^2
2. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 548 + 1.6 x 300 = 1137.6 kg/m^2

4.2.6.2. Tangga Tipe 2

Tangga tipe 2 adalah tangga lantai 2 yaitu dari elevasi ± 4.110 ke elevasi lantai 3 ± 7.710 (*top of floor*, T.O.F).

A. Data-data perencanaan:



Gambar 4.5. Tampak samping dan tampak atas tangga tipe 2

B. Preliminari desain

1. Direncanakan :

- lebar injakan (i) = 28 cm

- tinggi tanjakan (t) = 18 cm

Kontrol syarat: 60 cm $\leq$ (2 x 18) + 28 = 64 cm $\simeq$ 62 cm (masih diijinkan)

2. Jumlah injakan dan tanjakan

a. Injakan, nI = 252 / 28 = 9 buah

b. Tanjakan, nT = 180 / (9 + 1) = 18 cm

c. Sudut kemiringan tangga (α) = arc tg [(252/(252 + 28)] = 33°

d. Tebal rata-rata pelat tangga:

tr = tp + ts = tp + (0.5 x d)

d = sin (90 - α) x t = sin (90 - 33°) x 18 $\simeq$ 15 cm

sehingga ts = 0.5 x d = 0.5 x 15 = 7.50 cm

maka : tr = 15 + 7.5 = 22.50 cm

C. Pembebanan

1. Pembebanan pada pelat tangga

a. Beban mati (DL)

- berat sendiri = 0.225 x 2400	=	540 kg/m^2
- spesi = 2 cm x 21	=	42 kg/m^2
- tegel keramik	=	24 kg/m^2
- sandaran	=	50 kg/m^2
	=	656 kg/m^2

b. Beban hidup (LL)

- beban hidup tangga = 300 kg/m^2

Sehingga beban total berfaktor adalah sebagai berikut:

1. U = DL + LL = 656 + 300 = 965 kg/m^2

2. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 656 + 1.6 x 300 = 1267.2 kg/m^2

2. Pembebanan pada pelat bordes

a. Beban mati (DL)

- berat sendiri = 0.18 x 2400	=	432 kg/m^2
- spesi = 2 cm x 21	=	42 kg/m^2
- tegel keramik	=	24 kg/m^2
- sandaran	=	50 kg/m^2
	=	548 kg/m^2

b. Beban hidup (LL)

- beban hidup tangga = 300 kg/m^2

Sehingga beban total berfaktor adalah sebagai berikut:

1. U = DL + LL = 548 + 300 = 848 kg/m^2

2. U = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 548 + 1.6 x 300 = 1137.6 kg/m^2

4.2.6.3. *Output* SAP 90

Dari *output* SAP 90 diambil besarnya nilai maksimum untuk masing-masing posisi tangga dan bordes. *Output bending moment per unit length* yang diambil berupa M11 dan M22 dengan acuan Mx (momen tegak lurus sumbu x lokal) adalah M22 dan My (momen tegak lurus sumbu y lokal) adalah M11. Sedangkan *output membran force per unit length* yang diambil yang berharga positif (tarik) berupa F11 dan F22 dengan acuan Fx (gaya membran searah sumbu x lokal) adalah F22 dan Fy (gaya membran searah sumbu y lokal) adalah F11. Dimana dalam perhitungan tulangan perlu, luas tulangan perlu ditambah dengan

0.5F dibagi tegangan leleh, *fy*, baja tulangannya.

Adapun nilai-nilainya sebagai berikut:

1. Tangga tipe 1

Pelat tangga: Mx = 1.3365×10^7 N mm My = 1.22748×10^6 N mm

Pelat bordes: Mx = -2.2056×10^7 N mm My = -2.2748×10^7 N mm

Fy = 136770 N

2. Tangga tipe 2

Pelat tangga: Mx = 8.132×10^6 N mm My = 6.9836×10^5 N mm

Pelat bordes: Mx = -6.8766×10^6 N mm Fx = 67026 N

My = -1.0077×10^7 N mm Fy = 15537 N

4.2.6.4. Perhitungan Penulangan Tangga

A. Data-data perencanaan

1. Kuat tekan beton, f'c = 30 MPa
2. Diameter tulangan = 13 mm (D13 dengan A = 132.7 mm^2)
3. Tegangan leleh tulangan, fy = 390 MPa
4. Faktor β1 = 0.85
5. Besarnya *decking*, d' = 30 mm
6. Tebal efektif, d (pelat tangga) = 150 – 30 – (0.5*13) = 113.5 mm
7. Tebal efektif, d (pelat bordes) = 180 – 30 – (0.5*13) = 143.5 mm

B. Batasan-batasan koefisien ρ min dan ρ maks

ρ min = 1.4/fy = 1.4 / 390 = 0.0036

$$\rho \text{ maks} = 0.75 \times \frac{0.85 f'c}{fy} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + fy} \right) = 0.0253$$

C. Penulangan pelat tangga tipe 1

1. Penulangan arah x

$Rn = Mu/\phi\ bd^2 = 1.3365 \times 10^7 / (0.8 \times 1000 \times 113.5^2) = 1.297$ MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 1.297}{390}}\right] = 0.0034$$

ρ perlu < ρ min, pakai ρ min

As perlu akibat Mu = $\rho \times b \times d = 0.0036 \times 1000 \times 113.5 = 408.6\ mm^2$.

Pakai D13 – 200 (As = 663.9 mm^2)

2. Penulangan arah y

$Rn = Mu/\phi\ bd^2 = 1.2256 \times 10^6 / (0.8 \times 1000 \times 113.5^2) = 0.119$ MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 0.119}{390}}\right] = 0.0013$$

ρ perlu << ρ min, pakai 1 1/3 ρ perlu = 1 1/3 x 0.0013 = 0.0017

Batas tulangan susut untuk fy = 390 MPa $\simeq$ 400 MPa = 0.0018 (pakai)

As perlu akibat Mu = $\rho \times b \times d = 0.0018 \times 1000 \times 113.5 = 204.3\ mm^2$.

Pakai ϕ10 – 250 (As = 314 mm^2)

D. Penulangan pelat bordes tangga tipe 1

1. Penulangan arah x

$Rn = Mu/\phi\ bd^2 = 2.2056 \times 10^7 / (0.8 \times 1000 \times 143.5^2) = 1.339$ MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 1.339}{390}}\right] = 0.0035$$

ρ perlu < ρ min, ρ min

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0035 x 1000 x 143.5 = 502.3 mm^2.

Pakai D13 – 200 (As = 663.9 mm^2)

2. Penulangan arah y

Rn = Mu/ϕ bd^2 = 2.2748 x 10^7 / (0.8 x 1000 x 143.5^2) = 1.381 MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 1.381}{390}}\right] = 0.0036$$

ρ perlu = ρ min, pakai ρ perlu

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0036 x 1000 x 143.5 = 516.6 mm^2.

As perlu akibat F = 0.5F / fy = 0.5 x 136770 / 390 = 175.4 mm^2.

As perlu = 516.6 + 175.4 = 692 mm^2, pakai D13 – 150 (As = 885.2 mm^2)

E. Penulangan pelat tangga tipe 2

1. Penulangan arah x

Rn = Mu/ϕ bd^2 = 8.132 x 10^6 / (0.8 x 1000 x 113.5^2) = 0.789 MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 0.789}{390}}\right] = 0.0021$$

ρ perlu << ρ min, pakai 1 1/3 ρ perlu = 1 1/3 x 0.0021 = 0.0028

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0028 x 1000 x 143.5 = 401.8 mm^2.

Pakai D13 – 250 (As = 531 mm^2)

2. Penulangan arah y

Rn = Mu/ϕ bd^2 = 6.9836 x 10^5 / (0.8 x 1000 x 113.5^2) = 0.068 MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 0.068}{390}}\right] = 0.0002$$

ρ perlu << ρ min, pakai 1 1/3 ρ perlu = 1 1/3 x 0.002 = 0.00027

Batas tulangan susut untuk fy = 390 MPa ≃ 400 MPa = 0.0018 (pakai)

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0018 x 1000 x 113.5 = 204.3 mm^2.

Pakai ϕ10 – 250 (As = 314 mm^2)

F. Penulangan pelat bordes tangga tipe 2

1. Penulangan arah x

Rn = Mu/ϕ bd^2 = 6.8766 x 10^7 / (0.8 x 1000 x 143.5^2) = 0.417 MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 0.417}{390}}\right] = 0.0011$$

ρ perlu << ρ min, pakai 1 1/3 ρ perlu = 1 1/3 x 0.0011 = 0.0015

Batas tulangan susut untuk fy = 390 MPa ≃ 400 MPa = 0.0018 (pakai)

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0018 x 1000 x 143.5 = 258.3 mm^2.

As perlu akibat F = 0.5F / fy = 0.5 x 67026 / 390 = 86 mm^2.

As perlu = 258.3 + 86 = 344.3 mm^2, pakai D13 – 200 (As = 663.9 mm^2)

2. Penulangan arah y

Rn = Mu/ϕ bd^2 = 1.0077 x 10^7 / (0.8 x 1000 x 143.5^2) = 0.612 MPa

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.294}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.294\times 0.612}{390}}\right] = 0.0016$$

ρ perlu << ρ min, pakai 1 1/3 ρ perlu = 1 1/3 x 0.0016 = 0.0021

As perlu akibat Mu = ρ x b x d = 0.0021 x 1000 x 143.5 = 306 mm^2.

As perlu akibat F = 0.5F / fy = 0.5 x 15537 / 390 = 20 mm^2.

As perlu = 306 + 20 = 326 mm^2, pakai D13 – 200 (As ada = 663.9 mm^2)

4.3. Perencanaan Struktur Atap

4.3.1. Data-Data Perencanaan

Data-data perencanaan atap pada tugas akhir ini meliputi:

a. Penutup atap dari genteng

b. Struktur atap baja

c. Mutu baja menggunakan BJ 37 (fu = 3700 kg/cm^2, fy = 2400 kg/cm^2)

4.3.2. Perencanaan Gording

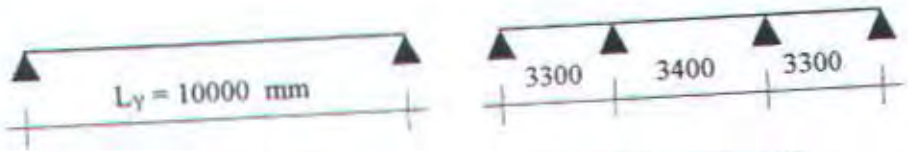
A.Gording direncanakan menggunakan profil WF 175x125x5.5x8:

ws = 23.30 kg/m, d = 169 mm, b = 125 mm, tw = 5.50 mm, tf = 8 mm,

rx = 71.8 mm, ry = 29.7 mm, Ix = 1530 cm^4, Iy = 261 cm^4, Sx = 181cm^3

Sy = 41.8 cm^3, Zx = 193 cm^3, Zy = 64 cm^3

B.Rencana permodelan struktur gording seperti di bawah ini (diambil bentang terpanjang = 10 m):



Struktur searah sb. Y
(a)

Struktur searah sb. X
(b)

Gambar 4.6. Permodelan struktur gording

C. Pembebanan:

1. Beban mati

berat sendiri gording + 10% pengikat	=	25.7 kg/m
genteng + usuk + reng = 2 x 40	=	80 kg/m
qD	=	105.7 kg/m

$qD_X = 105.7 \times \sin 30^\circ = 52.85$ kg/m

$qD_Y = 105.7 \times \cos 30^\circ = 91.54$ kg/m

$MD_X = 1/8\ qD_Y\ L_Y^2 = 1/8 \times 91.54 \times 10^2 = 1144.25$ kg m

$MD_Y = 1/8\ qD_X\ L_X^2 = 1/8 \times 52.85 \times 3.4^2 = 76.37$ kg m

2. Beban hidup atap

A. Akibat air hujan

$q = 40 - (0.8 \times \alpha) \leq 20$ kg/m^2

$q = 40 - (0.8 \times 30) = 16$ kg/m^2

Sehingga: $qR = 16 \times 2 = 32$ kg/m

$qR_X = 32 \times \sin 30^\circ = 16$ kg/m

$qR_Y = 32 \times \cos 30^\circ = 27.72$ kg/m

$MR_X = 1/8\ qR_Y\ L_Y^2 = 1/8 \times 27.72 \times 10^2 = 346.50$ kg m

$MR_Y = 1/8\ qR_X\ L_X^2 = 1/8 \times 16 \times 3.4^2 = 23.12$ kg m

B. Akibat beban terpusat dari orang = 100 kg

$PL_{TX} = 100 \times \sin 30^\circ = 50$ kg

$PL_{TY} = 100 \times \cos 30^\circ = 86.6$ kg

$ML_{TX} = 1/4\ L_{TY}\ L_Y = 1/4 \times 86.6 \times 10 = 216.50$ kg m

$ML_{TY} = 1/4\ L_{TX}\ L_X = 1/4 \times 50 \times 3.4 = 42.40$ kg m

3. Beban angin

Gedung tertutup dengan kemiringan atap $\alpha \leq 65^\circ$.

Sehingga koefisien angin, $c = (0.02 \times 30) - 0.4 = +0.2$

$W = +0.2 \times 25 \times 2 = 10$ kg/m

$qW_X = 10 \times \sin 30^\circ = 5$ kg/m

$qW_Y = 10 \times \cos 30^\circ = 8.7$ kg/m

$MW_X = 1/8\ W_Y\ L_Y^2 = 1/8 \times 8.7 \times 10^2 = 108.75$ kg m

$MW_Y = 1/8\ W_X\ L_X^2 = 1/8 \times 5 \times 3.4^2 = 7.23$ kg m

D. Momen ultimit

1. Besarnya Mux

a. $Mux = 1.2(MD_X) + 1.6(MR_X) + 0.8(MW_X)$

$= 1.2(1144.25) + 1.6(346.5) + 0.8(108.75) = 2014.50$ kg m

b. $Mux = 1.2(MD_X) + 1.6(ML_{rX})$

$= 1.2(1144.25) + 1.6(216.50) = 1719.5$ kg m

Dipakai Mux = 2014.50 kg m = 201450 kg cm

2. Besarnya Muy

a. $Muy = 1.2(MD_Y) + 1.6(MR_Y) + 0.8(MW_Y)$

$= 1.2(76.37) + 1.6(23.12) + 0.8(7.23) = 134.42$ kg m

b. $Muy = 1.2(MD_Y) + 1.6(ML_{rY})$

$= 1.2(76.37) + 1.6(42.50) = 159.644$ kg m

Dipakai Muy = 159.644 kg m = 15964.4 kg cm

E. Kontrol kehandalan

1. Lendutan

Lendutan ijin didasarkan pada bentang searah sb. Y yaitu L = 1000 cm

$\Delta_{ijin} = L/180 = 1000/180 = 5.56$ cm

a. Lendutan arah sumbu x

Akibat beban merata:

$q = qD_X + qR_X + qW_X = 16 + 5 = 73.85$ kg/m

$$\Delta_{X1} = \frac{5}{384}\frac{qL^4}{Ely} = \frac{5}{384}\frac{0.7385 \times 340^4}{2.1 \times 10^6 \times 261} = 0.24 \text{ cm} < \Delta_{ijin}$$

Akibat beban merata qD_X = 52.85 kg/m dan beban terpusat PL_{rY} = 50 kg

$$\Delta_{X2} = \frac{5}{384}\frac{qL^4}{Ely} + \frac{1}{48}\frac{PL^3}{Ely}$$

$$\Delta_{X2} = \frac{5}{384}\frac{0.5285 \times 340^4}{2.1 \times 10^6 \times 261} + \frac{1}{48}\frac{50 \times 340^3}{2.1 \times 10^6 \times 261}$$

Δ_{X2} = 0.17 + 0.08 = 0.25 cm < Δ_{ijin}

b. Lendutan arah sumbu y

Akibat beban merata:

$q = qD_Y + qR_Y + qW_Y = 91.54 + 27.72 + 8.7 = 127.96$ kg/m

$$\Delta_{Y1} = \frac{5}{384}\frac{qL^4}{EIx} = \frac{5}{384}\frac{1.2796 \times 1000^4}{2.1 \times 10^6 \times 1530} = 5.19 \text{ cm} < \Delta_{ijin}$$

Akibat beban merata qD_Y = 91.54 kg/m dan beban terpusat PL_{rY} = 86.6 kg

$$\Delta_{Y2} = \frac{5}{384}\frac{qL^4}{EIx} + \frac{1}{48}\frac{PL^3}{EIx}$$

$$\Delta_{Y2} = \frac{5}{384}\frac{0.9154 \times 1000^4}{2.1 \times 10^6 \times 1530} + \frac{1}{48}\frac{86.6 \times 1000^3}{2.1 \times 10^6 \times 1530}$$

Δ_{Y2} = 3.71 + 0.56 = 4.27 cm < Δ_{ijin}

Sehingga total lendutan yang terjadi:

$\Delta_1 = \sqrt{\Delta_{X1} + \Delta_{Y1}} = \sqrt{0.24^2 + 5.19^2}$ = 5.20 cm < Δ_{ijin} ..... **ok.**

$\Delta_2 = \sqrt{\Delta_{X2} + \Delta_{Y2}} = \sqrt{0.25^2 + 4.27^2}$ = 4.28 cm < Δ_{ijin} ..... **ok.**

2. Tegangan terjadi akibat lentur biaksial, fn

$$fn = \frac{Mux}{\phi Sx} + \frac{Muy}{0.5\phi Sy} = \frac{201450}{0.9 \times 181} + \frac{15964.4}{0.9 \times 0.5 \times 41.8} = 1236.65 + 848.72$$

fn = 2085.37 kg/cm^2 < fy = 2400 kg/cm^2 ..... **ok.**

3. Kuat momen nominal (fy = 240 MPa)

Cek batas penampang kompak, λp :

(λ = bf/2tf = 7.81 (lihat tabel)) < (λp = 172/√240 = 11.10)

(λ = hc/tw = 24.61 (lihat tabel)) < (λp = 1690/√240 = 109.09)

Termasuk penampang kompak.

Lb diambil jarak antar usuk = 500 mm

Lp = 1546 mm (lihat tabel)

Lr = 4872 mm (lihat tabel), ternyata Lb < Lp (bentang pendek)

M_1 = 200891.97 kg cm , M_2 = 201450 kg cm ⟹ M_1/M_2 = 0.997

Cb = 1.75 + 1.05(0.997) + 0.3(0.997)^2 = 3.1 > 2.3 , pakai Cb = 2.3 > 1.0

Mp = Z fy = 193 x 2400 = 463200 kg cm = 4632x10^4 N mm

Mr = (fy - fr)S = (240 - 70) x 181x10^3 = 3077x10^4 N mm

Mp - Mr = 1555x10^4 N mm

Lr - Lp = 3326 mm

Lm = Lp + [(Cb Mp - Mp)(Lr - Lp) / Cb (Mp - Mr)]

= 1546 + [(2.3 x 4632x10^4 - 4632x10^4) x 3326 / (2.3 x 1555x10^4)]

= 7146 mm > Lb

Maka kuat momen nominal:

ϕMnx = 0.90 Zx fy

= 0.90 x 193 x 2400 = 416880 kg cm > Mux (201450 kg cm)

$\phi Mny = 0.90\ Zy\ fy$

$= 0.90 \times 64 \times 2400 = 138240$ kg cm $>$ Muy (15964.4 kg cm)

Lentur biaksial:

$$\frac{Mux}{\phi Mnx} + \frac{Muy}{\phi Mny} = \frac{201450}{0.9 \times 416880} + \frac{15964.4}{0.9 \times 138240} = 0.54 + 0.13 = 0.67 < 1 \ldots\ \textbf{ok.}$$

Berarti profil WF 175 x 125 x 5.5 x 8 cukup kuat dan handal.

4. Kuat geser nominal:

Vu = 805.8 kg

$Aw = d\ tw = 16.9 \times 0.55 = 9.295\ cm^2$

kn = 5 (profil kompak tanpa pengaku pelat badan)

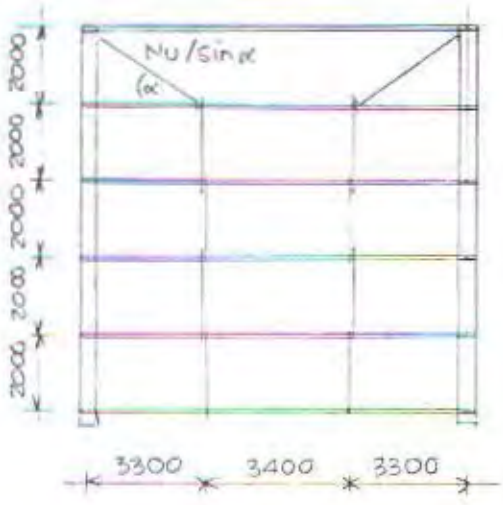
h/tw = 129/5.5 = 23.5 (lihat tabel)

batasan: $1.10\sqrt{knE/fy} = 72.76 >$ h/tw, maka

$\phi Vn = \phi(0.6\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times 9.295 = 12046$ kg $>$ Vu ..... **ok.**

4.3.3. Perencanaan Penggantung Gording (*Sag Rod*)

Pada setiap gording diberi 2 penggantung gording



Gambar 4.7. Model posisi penggantung gording

α = arc tg 2000/3300 = 31.218°

$QD_X = qD_X \times L = 52.85 \times 1/2\ (3.40 + 3.30) = 177.05$ kg

$QR_X = qR_X \times L = 16 \times 1/2\ (3.40 + 3.30) = 53.60$ kg

$QW_X = qW_X \times L = 5 \times 1/2\ (3.40 + 3.30) = 16.75$ kg

$PL_{rX} = 50$ kg

$au_1 = (1.2 \times 177.05) + (1.6 \times 53.60) + (0.8 \times 16.75) = 311.62$ kg

$au_2 = (1.2 \times 177.05) + (1.6 \times 1/2 \times 50) = 252.46$ kg

pakai au = 311.62 kg

Nu = 4 x au = 4 x 311.62 = 1246.48 kg = 12484.8 N

Nu / sin α = 12464.8 / sin 31.218° = 24049.6 N

Material *sag rod* dipakai BJ 37 dengan fu = 370 MPa

Maka luas minimum yang dibutuhkan (dipakai asumsi $\phi Nn = Nu$):

Nu = 0.75 Ag (0.75 fu), sehingga:

$A_g = Nu / (0.75 \times 0.75\ fu) = 24049 / (0.75 \times 0.75 \times 370) = 115.56\ mm^2$

Jadi:

$$D = \sqrt{\frac{4Ag}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 115.56}{\pi}} = 12.12\ mm \simeq 13\ mm$$

Maka penggantung gording menggunakan D13 mm

4.3.4. Perencanaan Ikatan Angin

ho = 30 m

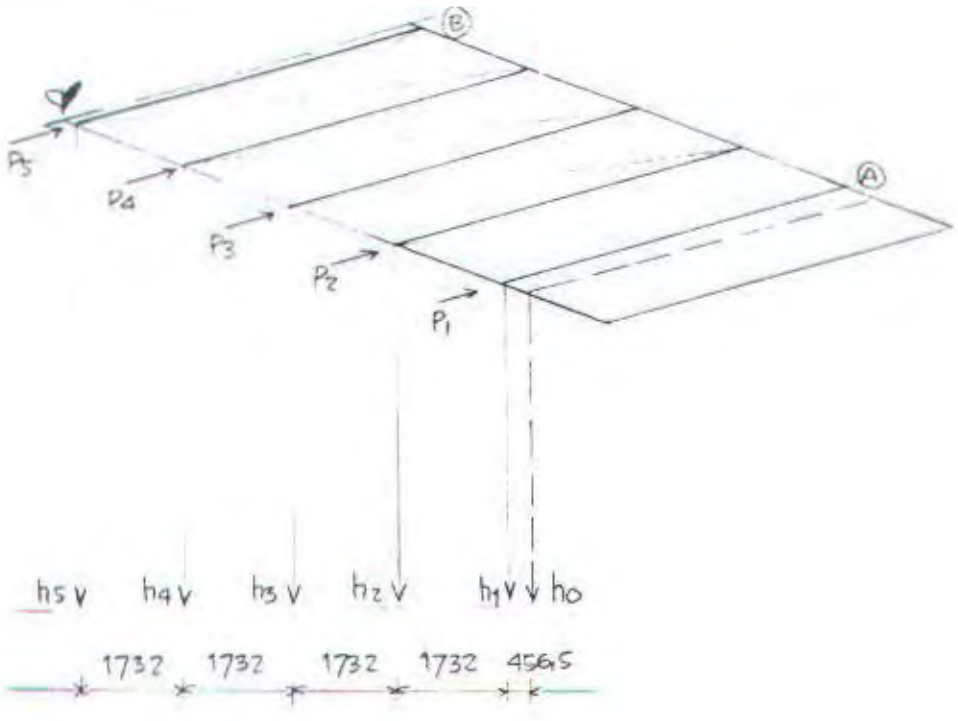
h1 = ho + (0.4565 x tg 30) = 30.264 m

h2 = h1 + (1.732 x tg 30) = 31.264 m

h3 = h2 + (1.732 x tg 30) = 32.264 m

h4 = h3 + (1.732 x tg 30) = 33.264 m

h5 = h4 + (1.732 x tg 30) = 34.264 m



Gambar 4.8. Model arah gaya

koefisien angin = 25 kg/m^2

maka gaya angin yang bekerja:

P1 = 0.9 x 25 x [h1 x 1/2 x (1.732 + 0.4565)] = 745.12 kg

P2 = 0.9 x 25 x h2 x 1.732 = 1218.36 kg

P3 = 0.9 x 25 x h3 x 1.732 = 1257.33 kg

P4 = 0.9 x 25 x h4 x 1.732 = 1296.30 kg

P3 = 0.9 x 25 x [(h4 x 1.732) + ((h5 - h4) x 1/2 x 1.732)] = 1315.78 kg

ΣP = 5832.89 kg

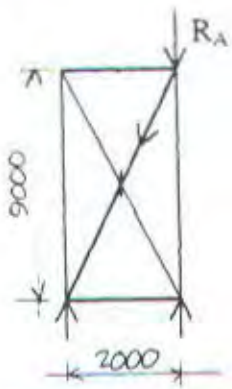
Reaksi gaya dalam:

$\Sigma M_A = 0$

$R_B = [(P5 \times 8) + (P4 \times 6) + (P3 \times 4) + (P2 \times 2)] / 8$

$R_B = 3221.26$ kg

$R_A = 5832.89 - 3221.26 = 2611.63$ kg



$\beta = \text{arc tg } 9000/2000 = 77.47^\circ$

$\Sigma ky = 0$

$T1 \sin \beta + R_A + P1 = 0$

$T1 = -(2611.63 + 745.12) / \sin \beta = -3438.36$ kg (tarik)

maka: $Nu = 0.8 \times T1 = 0.8 \times 3438.36 = 2750.69$ kg

$A_g = Nu / (0.75 \times 0.75\ fu) = 2750.69 / (0.75 \times 0.75 \times 3700) = 1.32\ cm^2$

sehingga:

$$D = \sqrt{\frac{4Ag}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.32}{\pi}} = 1.29\ cm \simeq 13\ mm$$

Maka ikatan angin menggunakan D 13 mm.

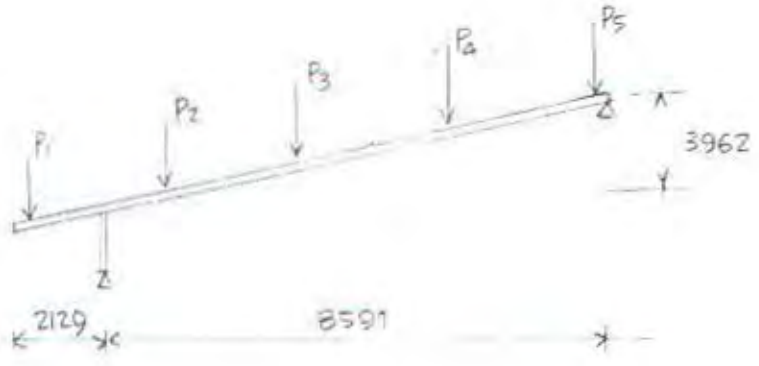
4.3.5. Perencanaan Jurai Dalam

A. Rencana profil yang dipakai WF 200x100x5.5x8 :

ws = 21.30 kg/m , d = 200 mm , b = 100 mm , tw = 5.5 mm , tf = 8 mm

rx = 82.4 mm , ry = 22.2 mm , Sx = 184 cm^3 , Zx = 200 cm^3 , Ag = 27.16 cm^2

B.Rencana permodelan analisa struktur jurai dalam:



Gambar 4.9. Permodelan struktur jurai dalam

C. Pembebanan

Beban merata, wg = 21.30 x 1.10 = 23.43 kg/m (10% pengikat)

Beban terpusat: (P = q x L)

a. beban mati : qD x L	b. beban hidup : qR x L	c. beban angin : qW x L
P_1 = 184.975 kg	P_1 = 56 kg	P_1 = 17.5 kg
P_2 = 295.960 kg	P_2 = 89.6 kg	P_2 = 28 kg
P_3 = 391.090 kg	P_3 = 118.4 kg	P_3 = 13.7 kg
P_4 = 502.075 kg	P_4 = 152 kg	P_4 = 47.5 kg
P_5 = 508.312 kg	P_5 = 153.89 kg	P_5 = 48.09 kg

Dari SAP 90 diperoleh:

Mu maks = 248002.11 kg cm

M_1 = 181869.64 kg cm, M_2 = -248002.11 kg cm, M_1/M_2 = 0.733

Vu = 3752.87 kg

Nu = -4532.76 kg

Defleksi maksimum U(X) = 0.76 cm dan U(Z) = 2.01 cm

D. Kontrol kehandalan

1. Kelangsingan

Lkx/rx = 9159/82.4 = 111 < 200 ..... **ok.**

Lky/ry = 2885/22.2 = 130 < 200 ..... **ok.**

2. Lendutan

Lendutan ijin didasarkan pada bentang searah sb. Y yaitu L = 915.9 cm

Δ_{ijin} = L / 360 = 915.9 / 360 = 2.54 cm

Total lendutan yang terjadi:

$\Delta = \sqrt{(0.76^2 + 2.01^2)} = 2.15$ cm < Δ_{ijin} ..... **ok.**

3. Kuat momen nominal (fy = 240 MPa)

Cek batas penampang kompak, λp :

λ = bf/2tf = 7.95 (lihat tabel) < λp = 172/√240 = 11.10

λ = hc/tw = 28.05 (lihat tabel) < λp = 1690/√240 = 109.09

Termasuk penampang kompak.

$Cb = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2$

$= 1.75 + 1.05 \times 0.733 + 0.3 \times 0.733^2 = 2.68 > 2.3$, pakai Cb = 2.3 > 1.0

Mp = Zx x fy = 200 x 2400 = 480000 kg cm = 4.8×10^7 N mm

Mr = (fy - fr) S = (240 - 70) x 184×10^3 = 3.128×10^7 N mm

Mp - Mr = $3.128 \times 10^7 - 4.8 \times 10^7 = 1.672 \times 10^7$ N mm

Lb = 2885 mm

Lp = 1156 mm (lihat tabel)

Lr = 3192 mm (lihat tabel), Lp < Lb < Lr, (bentang menengah)

Lr - Lp = 3192 - 1156 = 2036 mm

Lm = Lp + [(Cb Mp - Mp)(Lr - Lp) / Cb(Mp - Mr)]

= 1156 + [(2.3 x 4.8×10^7 - 4.8×10^7) x 2036 / (2.3 x 1.672×10^7)]

= 4459.7 mm > Lb

ϕ Mn = ϕ Mp = 0.90 x 4.8×10^7

= 43200000 N mm = 432000 kg cm > Mu ..... **ok.**

4. Kontrol tegangan:

fn = Mux / ϕSx = 248002.11 / (0.90 x 324) = 850.5 kg/cm^2 < fy ..... **ok.**

5. Kombinasi lentur dan aksial (tekan)

λ = bf/2tf = 6.25 (lihat tabel) < $\lambda r = 372/\sqrt{240-70} = 28.5$

pakai Lk/r = 130

$$\lambda_c = \frac{Lk}{\pi r}\sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{130}{\pi}\sqrt{\frac{240}{2.1\times10^5}} = 1.40$$

$\lambda_s = \sqrt{0.7}\,\lambda_c = \sqrt{0.7} \times 1.40 = 1.17 > 1$, maka

$\omega = 1.76\,\lambda_s^2 = 1.76 \times 1.17^2 = 2.41$

Sehingga : ϕ Nn = 0.85 Ag fy / ω

= 0.85 x 27.16 x 2400 / 2.41 = 22990 kg > Nu ..... **ok.**

cm = 0.6 - 0.4(M_1 / M_2) = 0.6 - 0.4 (0.733) = 0.3

Ncr = Ag fy / λ_c^2 = 27.16 x 2400 / 1.4^2 = 33257 kg

δ_b = cm / (1 - Nu / Ncr) = 0.6 / [1 - (4532.76 / 33257)] = 0.35, pakai δ_b = 1.0

Mux = δ_b Mntu = 248002.11 kg cm

Nu / ϕNn = 4532.76 / 22990 = 0.19 < 0.2

$$\frac{Nu}{2\phi Nn}+\left(\frac{Mux}{\phi_b Mnx}+\frac{Muy}{\phi_b Mny}\right)=\frac{4532.76}{2\times 22990}+\left(\frac{248002.11}{432000}\right)=0.67<1 \text{ ....ok.}$$

6. Kuat geser nominal:

Aw = d tw = 20 x 0.55 = 11 cm^2

kn = 5 (profil kompak tanpa pengaku pelat badan)

h/tw = 162/5.5 = 29.5 (lihat tabel)

batasan: 1.10 $\sqrt{knE / fy}$ = 72.76 > h/tw, maka

$\phi Vn = \phi(0.6\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times 11 = 14250$ kg > Vu ..... **ok.**

Berarti profil WF 200x100x5.5x8 cukup kuat dan handal.

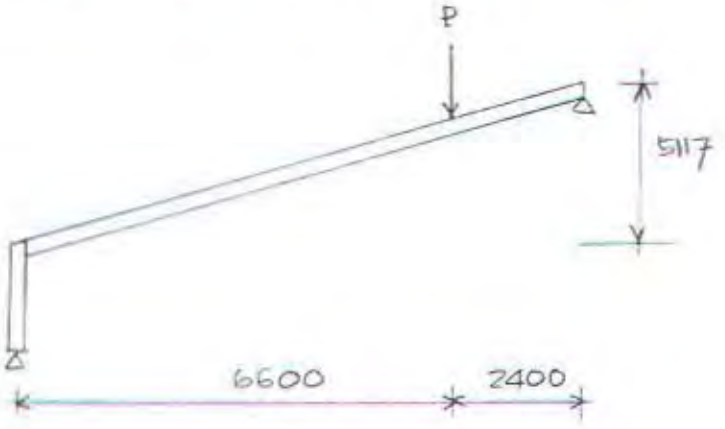
4.3.6. Perencanaan 1/2 Kuda-Kuda

A. Rencana profil yang dipakai WF 250x175x7x11 :

ws = 44.10 kg/m , d = 244 mm , b = 175 mm , tw = 7 mm , tf = 11 mm

rx = 104 mm , ry = 41.8 mm , Sx = 502 cm^3 , Zx = 535 cm^3 , Ag = 56.24 cm^2

B.Rencana permodelan analisa struktur 1/2 kuda-kuda:



Gambar 4.10. Permodelan struktur 1/2 kuda-kuda

C. Pembebanan

Beban merata, wg = 44.10 x 1.10 = 48.51 kg/m (10% pengikat)

Beban terpusat:

a. beban mati: $P_1 = 105.7 \times (1/2 \times 4) = 211.4$ kg/m

b. beban hidup: $P_1 = 32 \times 2 = 64$ kg/m

c. beban angin: $P_1 = 10 \times 2 = 20$ kg/m

d. beban akibat 2 jurai dalam (P_{jd})

Dari SAP 90 diperoleh:

Mu maks = 471989.41 kg cm

M_1 = -133783.05 kg cm, M_2 = 174338.46 kg cm, $M_1/M_2 = 0.77$

Vu = 1537.74 kg

Nu = -1915.54 kg

Defleksi maksimum U(X) = 0.28 cm dan U(Z) = 0.56 cm

D. Kontrol kehandalan:

1. Kelangsingan

Lkx / rx = 10013 / 104 = 96.3 < 200 ..... **ok.**

Lky / ry = 7343 / 41.8 = 176 < 200 ..... **ok.**

2. Lendutan

Lendutan ijin didasarkan pada bentang searah sb. Y yaitu L = 1001.3 cm

$\Delta_{ijin} = L / 360 = 1001.3 / 360 = 2.78$ cm

Total lendutan yang terjadi:

$\Delta = \sqrt{(0.28^2 + 0.56^2)} = 0.63$ cm $< \Delta_{ijin}$ ..... **ok.**

3. Kuat momen nominal (fy = 240 MPa)

Cek batas penampang kompak, λp :

$\lambda = bf/2tf = 7.95$ (lihat tabel) $< \lambda p = 172/\sqrt{240} = 11.10$

$\lambda_s = \sqrt{0.7} \times 1.894 = 1.585 > 1$, maka

$\omega = 1.76\ \lambda^2_s = 1.76 \times 1.585^2 = 4.42$

Sehingga : $\phi\ Nn = 0.85\ Ag\ fy / \omega$

$= 0.85 \times 56.24 \times 2400 / 4.42 = 25957\ kg > Nu$ ..... **ok.**

$cm = 0.6 - 0.4(M_1 / M_2) = 0.6 - 0.4\ (0.77) = 0.29$

$Ncr = Ag\ fy / \lambda^2_c = 56.24 \times 2400 / 1.894^2 = 37627\ kg$

$\delta_b = cm / (1 - Nu / Ncr) = 0.6 / [1 - (1915.54 / 37627)] = 0.3$, pakai $\delta_b = 1.0$

$Mux = \delta_b\ Mntu = 174338.46\ kg\ cm$

$Nu / \phi Nn = 1915.54 / 25957 = 0.07 < 0.2$, maka:

$$\frac{Nu}{2\phi Nn} + \left(\frac{Mux}{\phi_b Mnx} + \frac{Muy}{\phi_b Mny} \right) = \frac{1915.54}{2 \times 25957} + \left(\frac{174338.46}{1155600} \right) = 0.19 < 1$$ .... **ok.**

6. Kuat geser nominal:

$Aw = d\ tw = 24.4 \times 0.7 = 17.08\ cm^2$

kn = 5 (profil kompak tanpa pengaku pelat badan)

h/tw = 190/7 = 27.14 (lihat tabel)

batasan: $1.10 \sqrt{knE / fy} = 72.76 > h/tw$, maka

$\phi Vn = \phi(0.6\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times 17.08 = 22135.68\ kg > Vu$ ..... **ok.**

Berarti profil WF 250x175x7x11 cukup kuat dan handal.

4.3.7. Perencanaan Jurai Luar

A. Rencana profil yang dipakai WF 250x125x6x9 :

ws = 29.6 kg/m , d = 250 mm , b = 125 mm , tw = 6 mm , tf = 9 mm

rx = 104 mm , ry = 27.9 mm , Sx = 324 cm^3 , Zx = 352 cm^3 , Ag = 37.66 cm^2

Defleksi maksimum U(X) = 1.10 cm dan U(Z) = 2.90 cm

D. Kontrol kehandalan:

1. Kelangsingan

Lkx / rx = 12490 / 104 = 120 < 200 ..... **ok.**

Lky / ry = 2885 / 27.9 = 103.4 < 200 ..... **ok.**

2. Lendutan

Lendutan ijin didasarkan pada bentang searah sb. Y yaitu L = 1249 cm

Δ_{ijin} = L / 360 = 1249 / 360 = 3.47 cm

Total lendutan yang terjadi:

$\Delta = \sqrt{(1.10^2 + 2.90^2)} = 3.10$ cm < Δ_{ijin} ..... **ok.**

3. Kuat momen nominal (fy = 240 MPa)

Cek batas penampang kompak, λp :

λ = bf/2tf = 6.94 (lihat tabel) < λp = 172 / $\sqrt{240}$ = 11.10

λ = hc/tw = 40.36 (lihat tabel) < λp = 1690 / $\sqrt{240}$ = 109.09

Termasuk penampang kompak.

Cb = 1.75 > 1.0

Mp = Zx x fy = 352 x 2400 = 844800 kg cm = 8.448×10^7 N mm

Mr = (fy - fr) S = (240 - 70) x 324×10^3 = 5.508×10^7 N mm

Mp - Mr = 8.448×10^7 - 5.508×10^7 = 2.940×10^7 N mm

Lb = 2885 mm

Lp = 1453 mm (lihat tabel)

Lr = 3546 mm (lihat tabel), Lp < Lb < Lr, (bentang menengah)

Lr - Lp = 3546 - 1453 = 2093 mm

Lm = Lp + [(Cb Mp - Mp)(Lr - Lp) / Cb(Mp - Mr)]

= 1453 + [(1.75 x 8.448×10^7 - 8.448×10^7) x 2093 / (1.75 x 2.940×10^7)]

= 4030.5 mm > Lb

ϕ Mn = ϕ Mp = 0.90 x 8.448×10^7

= 76032000 N mm = 760320 kg cm > Mu ..... **ok.**

4. Kontrol tegangan:

fn = Mux / ϕSx = 435227.82 / (0.90 x 324) = 1492.6 kg/cm^2 < fy ..... **ok.**

5. Kombinasi lentur dan aksial (tekan)

λ = bf/2tf = 6.94 (lihat tabel) < $372/\sqrt{240-70} = 28.5$

pakai Lk / r = 120

$$\lambda_c = \frac{Lk}{\pi r}\sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{120}{\pi}\sqrt{\frac{240}{2.1\times10^5}} = 1.291$$

$\lambda_s = \sqrt{0.7} \times 1.291 = 1.08 > 1$, maka

$\omega = 1.76\ \lambda_s^2 = 1.76 \times 1.08^2 = 2.05$

Sehingga : ϕ Nn = 0.85 Ag fy / ω

= 0.85 x 37.66 x 2400 / 2.05 = 37476 kg > Nu ..... **ok.**

cm = 0.6

Ncr = Ag fy / λ_c^2 = 37.66 x 2400 / 1.291^2 = 54230 kg

δ_b = cm / (1 - Nu / Ncr) = 0.6 / [1 - (5290.57 / 54230)] = 0.67, pakai δ_b = 1.0

Mux = δ_b Mntu = 435227.82 kg cm

Nu / ϕNn = 5290.57 / 37476 = 0.14 < 0.2, maka:

$$\frac{Nu}{2\phi Nn}+\left(\frac{Mux}{\phi_b Mnx}+\frac{Muy}{\phi_b Mny}\right)=\frac{5290.57}{2\times 37476}+\left(\frac{435227.82}{760320}\right)=0.64<1 \quad \text{.... ok.}$$

6. Kuat geser nominal:

Aw = d tw = 25 x 0.6 = 15 cm^2

kn = 5 (profil kompak tanpa pengaku pelat badan)

h/tw = 208/6 = 35 (lihat tabel)

batasan: $1.10\sqrt{knE/fy} = 72.76 >$ h/tw, maka

$\phi Vn = \phi(0.6\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times 15 = 19440$ kg > Vu ..... **ok.**

Berarti profil WF 250x125x6x9 cukup kuat dan handal.

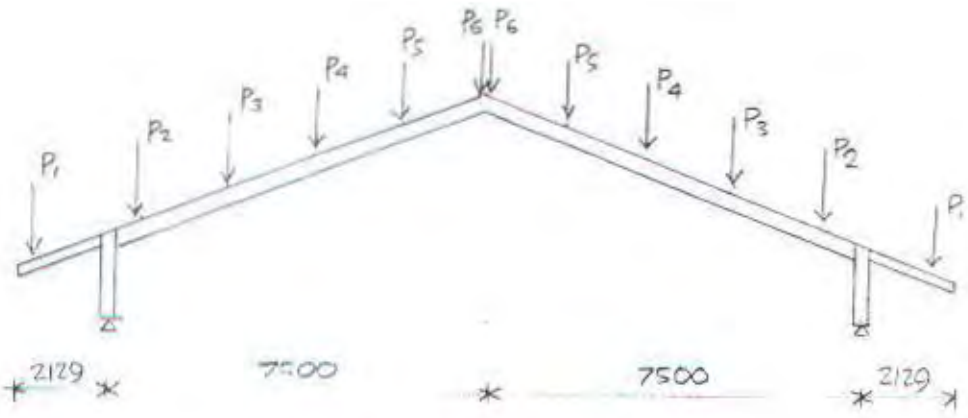
4.3.8. Perencanaan Kuda-Kuda As C

A. Rencana profil yang dipakai WF 250x125x6x9 :

ws = 29.6 kg/m , d = 250 mm , b = 125 mm , tw = 6 mm , tf = 9 mm

rx = 104 mm , ry = 27.9 mm , Sx = 324 cm^3 , Zx = 352 cm^3 , Ag = 37.66 cm^2

B. Rencana permodelan analisa struktur kuda-kuda:



Gambar 4.12. Permodelan struktur kuda-kuda

C. Pembebanan

Beban merata: wg = 29.6 x 1.10 = 32.56 kg/ m (10% pengikat)

Beban terpusat:

a. beban mati : P = qD x L

P_1 = 1032.214 kg P_2 = 919.59 kgP_3 = 824.46 kg

P_4 = 697.62 kg P_5 = 602.49 kgP_6 = 475.65 kg

b. beban hidup : P = qR x L

P_1 = 312.496 kg P_2 = 278.4 kg P_3 = 249.6 kg

P_4 = 211.2 kg P_5 = 182.4 kg P_6 = 144 kg

c. beban hidup : P = qW x L

P_1 = 97.655 kg P_2 = 87 kg P_3 = 78 kg

P_4 = 66 kg P_5 = 57 kg P_6 = 45 kg

d. Beban terpusat dari 2 jurai luar (P_{jr})

e. Beban terpusat dari 1/2 kuda-kuda (P_{sk})

Dari SAP 90 diperoleh:

Mu maks = 617954.67 kg cm

M_1 = 116449.24 kg cm, M_2 = -379405.23 kg cm, M_1/M_2 = 0.307

Nu = -11884.94 kg

Defleksi maksimum U(X) = 0.78 cm dan U(Z) = 1.50 cm

D. Kontrol kehandalan:

1. Kelangsingan (diambil sumbu lemah)

Lkx / rx = 8660 / 104 = 83.27 < 200 ..... **ok.**

Lky / ry = 2133 / 27.9 = 76.5 < 200 ..... **ok.**

2. Lendutan

Lendutan ijin didasarkan pada bentang searah sb. Y yaitu L = 866 cm

Δ_{ijin} = L / 360 = 866 / 360 =2.4 cm

Total lendutan yang terjadi:

$\Delta = \sqrt{(0.78^2 + 1.50^2)} = 1.69$ cm < Δ_{ijin} ..... **ok.**

3. Kuat momen nominal (fy = 240 MPa)

Cek batas penampang kompak, λp :

λ = bf/2tf = 6.94 (lihat tabel) < λp = 172 / √240 = 11.10

λ = hc/tw = 40.36 (lihat tabel) < λp = 1690 / √240 = 109.09

Termasuk penampang kompak.

$Cb = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2$

$= 1.75 + 1.05 \times 0.307 + 0.3 \times 0.307^2 = 2.1 > 1.0$

Mp = Zx x fy = 352 x 2400 = 844800 kg cm = 8.448×10^7 N mm

Mr = (fy - fr) S = (240 - 70) x 324×10^3 = 5.508×10^7 N mm

Mp - Mr = $8.448 \times 10^7 - 5.508 \times 10^7 = 2.940 \times 10^7$ N mm

Lb = 2133 mm

Lp = 1453 mm (lihat tabel)

Lr = 3546 mm (lihat tabel), Lp < Lb < Lr, (bentang menengah)

Lr - Lp = 3546 - 1453 = 2093 mm

Lm = Lp + [(Cb Mp - Mp)(Lr - Lp) / Cb(Mp - Mr)]

$= 1453 + [(2.1 \times 8.448 \times 10^7 - 8.448 \times 10^7) \times 2093 / (2.1 \times 2.940 \times 10^7)]$

= 4752 mm > Lb

ϕ Mn = ϕ Mp = 0.90 x 8.448×10^7

= 76032000 N mm = 760320 kg cm > Mu ..... **ok.**

4. Kontrol tegangan:

fn = Mux / ϕSx = 617954.67 / (0.90 x 324) = 2119.2 kg/cm^2 < fy ..... **ok.**

5. Kombinasi lentur dan aksial (tekan)

λ = bf/2tf = 6.94 (lihat tabel) < $372/\sqrt{240-70} = 28.5$

pakai Lk / r = 83.27

$$\lambda_c = \frac{l.k}{\pi r}\sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{83.27}{\pi}\sqrt{\frac{240}{2.1\times10^5}} = 0.896$$

$\lambda_s = \sqrt{0.7} \times 0.896 = 0.756 < 1$, maka

$\omega = 1.5 / (1.6 - 0.7\lambda_s) = 1.5 / (1.6 - 0.7 \times 0.75) = 1.395$

Sehingga : ϕ Nn = 0.85 Ag fy / ω

= 0.85 x 37.66 x 2400 / 1.395 = 55072 kg > Nu ..... **ok.**

cm = 0.6 - 0.4 (M_1/M_2) = 0.6 - 0.4 (0.307) = 0.203

Ncr = Ag fy / λ^2_c = 37.66 x 2400 / 0.896^2 = 112583.7 kg

δ_b = cm / (1 - Nu/Ncr) = 0.6 / [1 - (11884.94 / 112583.7)] = 0.23, pakai δ_b = 1.0

Mux = δ_b Mntu = 617954.67 kg cm

Nu / ϕNn = 11884.94 / 55072 = 0.39 > 0.2, maka:

$$\frac{Nu}{\phi Nn} + \frac{8}{9}\left(\frac{Mux}{\phi_b Mnx} + \frac{Muy}{\phi_b Mny}\right) = \frac{11884.94}{55072} + \frac{8}{9}\left(\frac{617954.67}{706320}\right) = 0.994 < 1$$ .... **ok.**

6. Kuat geser nominal:

Aw = d tw = 25 x 0.6 = 15 cm^2

kn = 5 (profil kompak tanpa pengaku pelat badan)

h/tw = 208/6 = 35 (lihat tabel)

batasan: $1.10\sqrt{knE/fy} = 72.76 > h/tw$, maka

$\phi Vn = \phi(0.6\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times 15 = 19440\ kg > Vu$ ..... **ok.**

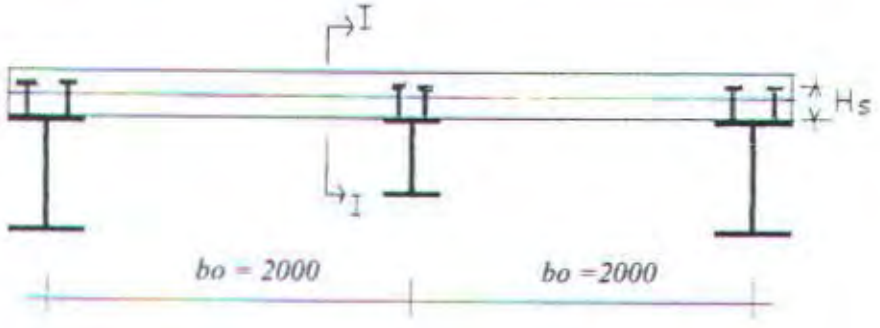
Berarti profil WF 250x125x6x9 cukup kuat dan handal.

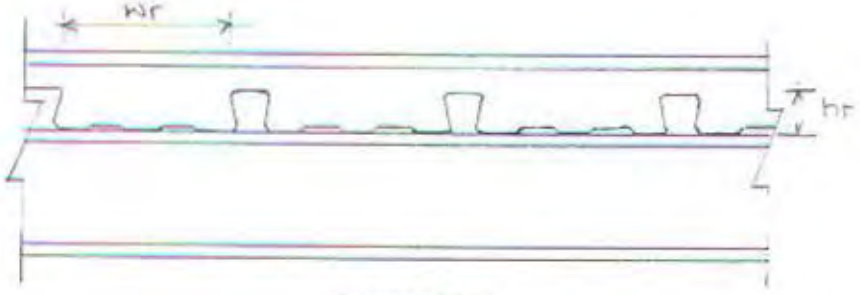
4.4. Perencanaan Balok Anak

Pada perencanaan balok anak ini dipakai metode balok komposit baja-beton. Pada sub bab ini hanya akan disajikan contoh perhitungan untuk balok anak komposit.

Balok As 2a (balok h)

Data-data perencanaan sebagai berikut:





potongan I - I

Coba dipakai: WF 250x125x6x9 dengan:

ws = 29.60 kg/m , d = 250 mm, A = As = 37.66 cm^2, hc/tw = 35.73, Ix = 4050 cm^4

Saat pelaksanaan tidak memakai penyanggah

Kontrol penampang: $hc/tw = 35.73 < 1681.52 \sqrt{\frac{1}{240}} = 108.54$ .....**ok.**

Pembebanan:

1. Beban mati: (belum termasuk berat sendiri (ws) balok baja)

sebelum komposit

- pelat beton = 2400 x 0.11 = 264 kg/m^2
- pelat bondek = 10.1 kg/m^2
- asumsi beban lain-lain = 50 kg/m^2

wD_1 = 324.1 kg/m^2

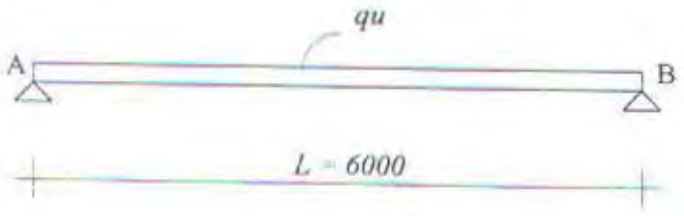
setelah komposit

- dinding 1/2 bata = 250 kg/m^2
- spesi semen (t = 2 cm) = 2 x 21 = 42 kg/m^2
- lantai keramik = 24 kg/m^2
- plafond = 18 kg/m^2

wD_2 = 334 kg/m^2

$qD = ws + (wD_1 \times bo) = 29.6 + (324.1 \times 2) = 677.8$ kg/m

2. Beban hidup: qL = 250 x 2 = 500 kg/m (setelah komposit)



Kontrol balok baja sebelum komposit:

$qu = 1.4\ qD = 1.4 \times 677.8 = 948.92$ kg/m

$Mu = 1/8 \times 948.92 \times 6^2 = 4270.14$ kg m = 427014 kg cm

$Vu = 1/2(948.92 \times 6) = 2846.76$ kg

Kuat nominal:

Jarak pengekang lateral: Lb = 800 mm (asumsi jarak antar penghubung geser stad)

Lp = 1453 mm, Lr = 3546 mm (ternyata Lb < Lp, bentang pendek)

Cb = 1.75 > 1.0

$\phi Mn = 0.90\ fy\ Z = 0.90 \times 2400 \times 352 = 1281329.28$ kg cm > Mu ..... **ok.**

$\phi Vn = 0.90\ (0.60\ fy\ Aw) = 0.90 \times 0.60 \times 2400 \times (25 \times 0.6) = 19440$ kg ..... **ok.**

Tegangan:

$fn = Mu / \phi Sx = 427014 / (0.90 \times 324) = 1464.4$ kg / cm^2 ..... **ok.**

Kontrol setelah komposit:

$qD = ws + [(wD_1 - 50\ kg/m^2) + wD_2] \times bo = 745.8$ kg/m

$qu = (1.2 \times 745.8) + (1.6 \times 500) = 1694.96$ kg/m

$Mu = 1/8 \times 1694.96 \times 6^2 = 7627.32$ kg m = 76273200 N mm

$Vu = 1/2\ qu\ L = 1/2 \times 1694.76 \times 6 = 5084.28$ kg

Lebar efektif: bo = 2000 mm , L = 6000 mm (balok interior)

$b_E = L/4 = 6000/4 = 1500$ mm (menentukan)

$b_E = bo = 2000$ mm

$Ac = 110 \times 1500 = 165000$ mm^2

$C = As\ fy = 37.66 \times 2400 = 90384$ kg = 903840 N (menentukan)

$= 0.85\ f'c\ Ac_e = 0.85 \times 30 \times 165000 = 4207500$ N

$a = C / 0.85\, f'c\, b_E = 903840 / (0.85 \times 30 \times 1500) = 23.63$ mm

$hr + tc = ts = 110$ mm

$e = d/2 + (hr + tc) - 0.5\, a = 250/2 + 110 - 0.5 \times 23.63 = 223.185$ mm

$Pyw = (d - 2tf)\, tw\, fy = (250 - 2 \times 9) \times 6 \times 240 = 334080$ N

$Pyf = 0.5\, (As\, fy - Pyw) = 0.5 \times (903840 - 334080) = 284880$ N

$Py = Pyw + 2Pyf = 334080 + (2 \times 284880) = 903840$ N

Ternyata : $C = Py$ ➔ PNA pada bagian atas pelat baja

$\phi Mn = Py \times e$

$= 903840 \times 223.185$

$= 210723530.4$ Nmm

$\phi Vn = 19440$ kg > Vu ..... **ok.**

Penghubung geser:

Material stad: $ds = 20$ mm $< 2.5\, tf = 2.5 \times 9 = 22.5$ mm ....**ok.**

$Hs = 100$ mm ($Hs/ds = 100/20 = 5 > 4$)

$fu = 370$ Mpa, $Asc = 1/4\, \pi\, 20^2 = 314.29$ mm^2 , $Nr = 2$ buah

$Ac = (ts - hr)\, bE = (110 - 53) \times 1500 = 85500$ mm^2

Dek gelombang, $wr = 168$ mm dan $hr = 53$ mm

Beton, $Ec = 4700\, \sqrt{30} = 25742.96$ MPa

$$Rsc = \frac{0.85wr}{hr\sqrt{Nr}}\left(\frac{Hs}{hr} - 1.0\right) = \frac{0.85 \times 168}{53\sqrt{2}}\left(\frac{100}{53} - 1.0\right) = 1.69 > 1.0 \text{ (tanpa reduksi)}$$

$Qn = 0.5\, Asc\, \sqrt{f'cEc} = 0.5 \times 314.16 \times \sqrt{30 \times 25742.96} = 138098.97$ N

$Asc \times fu = 314.29 \times 370 = 116285.71 < Qn$ (menentukan)

Gaya geser:

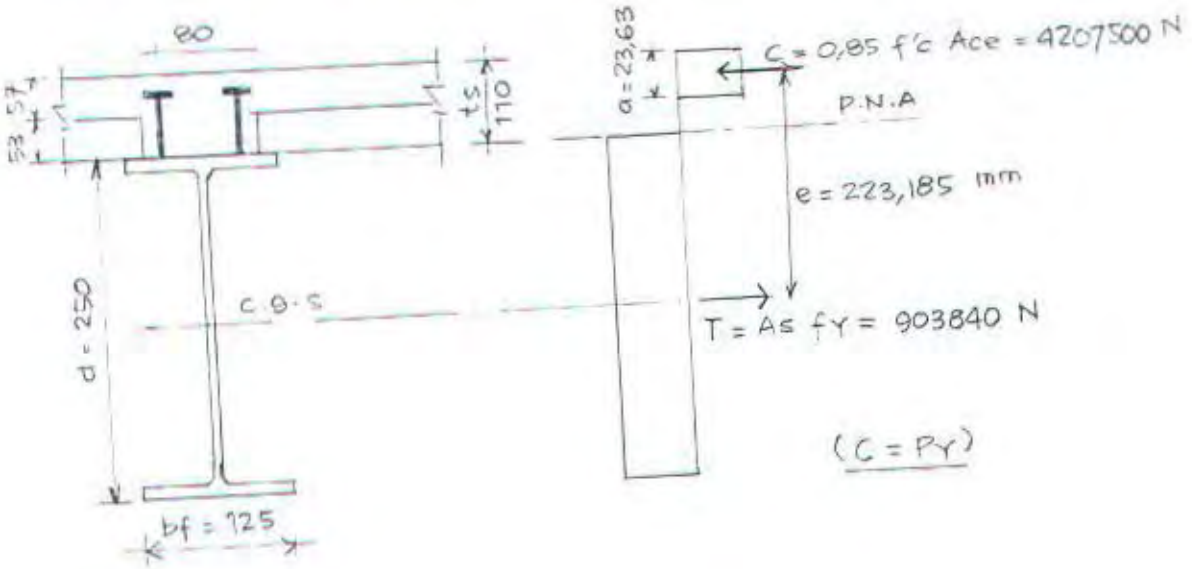
Vnh = 0.85 f'c Ac = 0.85 x 30 x 85500 = 2180250 N

= As fy = 903840 N (menentukan)

Maka, jumlah stad: N = Vnh /Qn = 903840 / 116285.71 = 7.7 buah

Spasi: p maks = 8 ts = 8 x 110 = 880 mm , p min = 6 ds = 6 x 20 = 120 mm

Maka pakai 8 stad dengan spasi (6000) / (8 - 1) = 857 mm.



Lendutan:

Δ_{ijin} = L / 360 = 6000 / 360 = 16.67 mm

As = 3766 mm^2 , Is = Ix = 4050 cm^4 = 40500000 mm^4

n = Es / Ec = 2.1x10^5 / 25742.96 = 8.16 MPa

btr = b_E / n = 1500 / 8.16 = 183.9 mm

Ace = btr x ts = 183.9 x 110 = 20226.61 mm^2

Ic = 1/12 x 183.9 x 110^3 = 20397575 mm^4

ys = d/2 + ts = 250/2 + 110 = 235 mm

yt = [(As x ys) + (Ace x 1/2 ts)] / (As + Ace)

= [(3766 x 235) + (20226.61 x 55)] / (3766 + 20226.61) = 83.25 mm

$As\ (ys - yt)^2 = 3766 \times (235 - 83.25)^2 = 86719454.64\ mm^4$

$Ace(yt - 1/2ts)^2 = 20226.61\ (83.25 - 55)^2 = 16142098.94\ mm^4$

$Itr = Is + As\ (ys - yt)^2 + Ic + Ace\ (yt - 1/2ts)^2$

$= 40500000 + 86719454.64 + 20397575 + 16142098.94$

$= 163759128.6\ mm^4$

$q = (wD_2 \times bo) + qL = (84 \times 2) + 500 = 668\ kg/m = 6.68\ N/mm$

$$\Delta L = \frac{5}{384} \frac{6.68 \times 6000^4}{2.1 \times 10^5 \times 163759128.6} = 3.28\ mm < \Delta_{ijin}$$ ..... **ok.**

Untuk perhitungan balok anak komposit yang lain disajikan dalam bentuk tabel pada lampiran.

4.5. Perencanaan Balok Lift

Dalam hal ini dipakai *Passanger Lift TRACTION AC/DC Gear* dari *INDOLIFT* dengan kode P8-C9 dan spesifikasi sebagai berikut:

kapasitas penumpang : 8 orang (beban 550 kg)

kecepatan : 90 m / menit

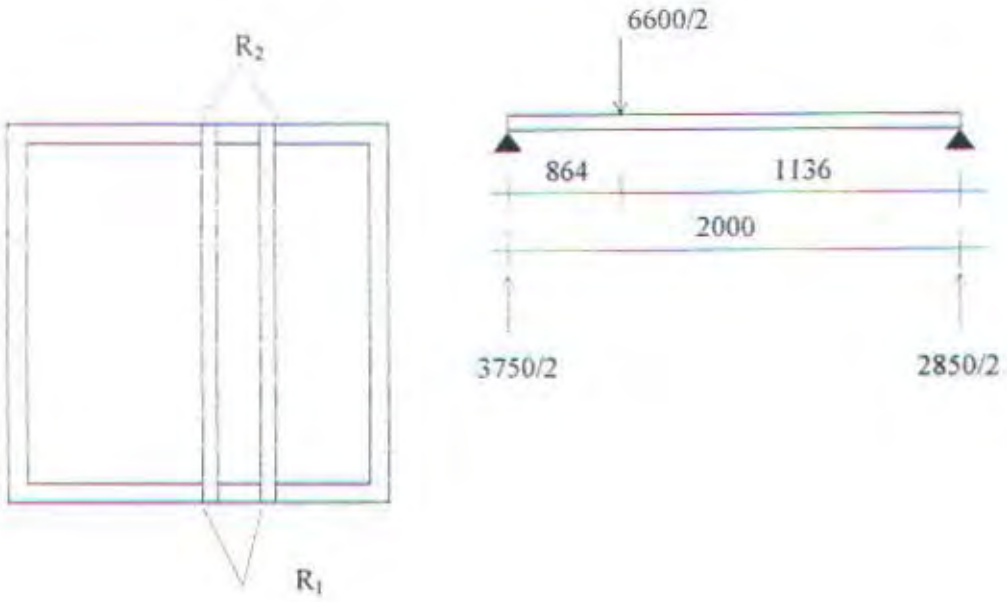
dimensi *car* : 1400 x 1000 mm^2

dimensi *hoistway* : 1850 x 1700 mm^2

beban reaksi W : 1500 kg

beban reaksi R_1 : 3750 kg (asumsi belum termasuk beban kejut)

beban reaksi R_2 : 2850 kg (asumsi belum termasuk beban kejut)



Beban nominal reaksi R_1 dan R_2 dengan memperhitungkan beban kejut harus ditambahkan 100% beban reaksi yang ada menurut LRFD-A4.2 sehingga:

$R_1 = 2 \times (3750/2) = 3750$ kg, $R_2 = 2 \times (2850/2) = 2850$ kg.

Mmaks = 3750 x 0.864 = 3240 kg m

Mu = 1.6 x 3240 = 5184 kg m = 518400 kg cm

Momen nominal perlu:

$Mu = \phi Mn$

$518400 = 0.90\ Mn \Longrightarrow Mn = 576000$ kg cm

Anggap profil termasuk profil kompak dan bentang pendek

$Mnx = Zx\ fy$

$576000 = Zx \times 2400$

$Zx = 240\ cm^3$, pakai profil WF 200x150x6x9 ($Zx = 296\ cm^3$)

Lendutan:

$\Delta_{ijin} = L/500 = 200/500 = 0.4$ cm

ws = 30.6 kg/m , Ix = 2690 cm^4 , P = 3300 x 2 = 6600 kg

$$\Delta = \frac{Pa^2b^2}{3EIL} + \frac{5}{384}\frac{qL^4}{EI}$$

$$= \frac{6600 \times 86.4^2 \times 113.6^2}{3 \times 2.1 \times 10^6 \times 2690 \times 200} + \frac{5}{384}\frac{0.306 \times 200^4}{2.1 \times 10^6 \times 2690} = 0.19 \text{ cm} < \Delta_{ijin} \text{ ..... } \textbf{ok.}$$

Tegangan:

Sx = 277 cm^3

Mu = 5184 + (1/8 x 30.6 x 2^2) = 5199.3 kg m = 519930 kg cm

fn = Mu / ϕSx = 519930 / (0.90 x 277) = 2085.6 kg/cm^2 < fy ..... **ok.**

Kuat momen nominal:

λ = b/2tf = 8.33 < λp = 11.10 , λ = hc/tw = 26.06 < λp = 109.09 (profil kompak)

Lp = 1879 mm , Lr = 5741 mm (Lp < Lb = 2000 mm < Lr) bentang menengah

Cb = 1.75 > 1.0,

Lr - Lp = 5741 - 1879 = 3862 mm

Mp = Zx fy = 296000 x 240 = 7.104×10^7 N mm

Mr = (240 - 70) x 277000 = 4.709×10^7 N mm

Mp - Mr = $7.104 \times 10^7 - 4.709 \times 10^7 = 2.395 \times 10^7$ N mm

Lm = 1879 + [(1.75 x $7.104 \times 10^7 - 7.104 \times 10^7$) x (3862) / (1.75 x 2.395×10^7)]

= 6788.5 mm > Lb

sehingga, ϕ Mn = 0.90 x 7.104×10^7

= 63936000 N mm = 639360 kg cm > Mu ..... **ok.**

BAB V
ANALISA STRUKTUR UTAMA

BAB V
ANALISA STRUKTUR UTAMA

5.1. Umum

Analisa struktur utama dari gedung ini meliputi balok-balok induk, kolom, dan bresing sebagai elemen utama dari gedung, dimana struktur utama tersebut direncanakan untuk menerima beban gravitasi dan beban lateral akibat gempa dan angin. Beban balok anak beserta beban plat yang dipikulnya dianalisa sebagai beban terpusat dan beban merata.

Gaya-gaya dalam dari struktur utama gedung ini akan dianalisa secara statis dan secara dinamis dengan bantuan paket program SAP'90 ver. 5.4. Segala sesuatu yang dibutuhkan oleh program SAP'90 tersebut seperti data satuan dan material, data pembebanan dan data pemodelan struktur akan diuraikan dalam sub bab - sub bab berikut ini.

5.2. Data Satuan Material

Seluruh satuan yang dipakai dalam analisa struktur utama ini adalah:

a. dimensi beban : ton

b. dimensi panjang : m (meter)

c. dimensi waktu : detik

5.3. Pembebanan Struktur Utama

Beban-beban yang bekerja pada struktur utama meliputi:

a. Beban mati sebelum komposit, yang terdiri dari berat pelat beton, berat sendiri bondek, berat sendiri profil baja dan asumsi berat alat-alat serta lain-lain sebagai beban mati sebesar 50 kg/m^2.

b. Beban mati setelah komposit, yang terdiri dari berat tegel, spesi, plafond + penggantung.

c. Beban hidup setelah komposit yang terdiri dari beban hidup pada pelat dan tangga

d. Beban gempa (E), yang dianalisa dengan SAP'90

Kombinasi yang dipergunakan sebagaimana yang telah disajikan pada bab 2 tugas akhir ini dengan ada tambahan menjadi seperti berikut:

1. D : beban mati sebelum komposit

2. 1.4D : kekuatan ultimit profil baja sebelum komposit

3. D + L $\pm$ E : beban kerja untuk perhitungan tiang pancang

4. 1.2D + 1.6L : kekuatan ultimit akibat beban gravitasi

5. 0.9D + 1.2L + 1.2W: kekuatan ultimit akibat tambahan beban angin

6. 0.9D + 1.3W : kekuatan ultimit akibat tambahan beban angin

7. 1.05(D + L_R $\pm$ E) : kekuatan ultimit akibat tambahan beban gempa

L_R adalah beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan persyaratan PPIUG 1983 tabel 3.3 dan beban gempa (E) diatas harus dikalikan dengan faktor jenis struktur (K) yang sesuai dan faktor keutamaan struktur (I). Untuk sistem rangka

bresing konsentris khusus (RBKK) nilai K = 2.5 menurut Konsep SNI 1997 tabel 12.2.1 dengan faktor I = 1.5 menurut PPTGIUG 1983.

5.4 Permodelan Struktur

Struktur utama dari gedung ini dimodelkan sebagai portal terbuka (*open frame*) dengan perletakan jepit pada dasar kolom. Hubungan (*joint*) antar elemennya bersifat sendi. Dimana untuk menjamin kekakuan struktur yang kurang kaku akibat sifat hubungan sendi, maka dalam hal ini digunakan bresing.

Untuk menyalurkan gaya lateral ke kolom dan bresing, maka lantai dianggap sebagai difragma yang kaku (*rigid floor diaphragm*). Jadi seluruh joint (pertemuan antar elemen *frame*) dalam satu bidang lantai tidak dapat bergerak relatif satu terhadap lainnya. Perpindahan/*displacement* dari *joint-joint* tersebut (*dependent joints*) bergantung pada perpindahan/*displacement* dari *master joint*. *Master joint* ini menggambarkan atau mewakili tingkah laku suatu difragma. Dimana letak *master joint* ini ditentukan berdasarkan perhitungan pusat massa dari tiap-tiap lantai.

5.5. Analisa Gempa Dinamis

Pada bab 2 tugas akhir ini telah dikemukakan bahwa analisa beban gempa yang dipakai adalah analisa dinamis dengan metode analisa ragam spektrum respon. Dimana koefisien gempa rencana diambil untuk gempa periode ulang 20 tahun, gempa zone 4, dan struktur berada di atas tanah lunak.

Kombinasi arah pembebanan gempa pada struktur didasarkan pada PPTGIUG 1983 pasal P.3.3.1 yaitu sebagai berikut:

gravitasi ± 100% gempa arah X ± 30% gempa arah Y

gravitasi ± 30% gempa arah X ± 100% gempa arah Y

Untuk perencanaan diambil hasil yang paling berbahaya (terbesar) dari dua kombinasi tersebut.

Sebagai kontrol perlu diperhatikan (menurut PPTGIUG 1983):

a. Rasio antara simpangan antar tingkat dan tinggi tingkat yang bersangkutan tidak boleh melampaui 0.005
b. Dalam segala hal simpangan antar tingkat tersebut tidak boleh lebih dari 2 cm.
c. Gaya geser di tingkat dasar, Vd, tidak boleh kurang dari 0.9 Cd Wt (dimana Cd ditentukan menurut pasal 3.4.1 PPTGIUG 1983) atau dalam tugas akhir ini disebut Vs.

5.6. Data Masukan (*Input Data*) SAP 90

Berikut ini dijelaskan secara singkat mengenai data masukan SAP 90 untuk analisa struktur utama tugas akhir ini dengan berdasar kepada *SAP 90 Structural Analysis Users Manual* dan *Structural Analysis Verification Manual*.

1. *Title Line*

Blok data ini digunakan untuk memberi label pada masukan SAP 90 sebagai informasi tentang jenis, type, dan nama struktur yang akan dianalisa atau dimodelkan maksimal jumlah karakter yang dapat dituliskan sebanyak 70 buah.

2. *System*

Blok data ini mendefinisikan kontrol informasi yang berhubungan dengan analisa struktur.

L : menyatakan jumlah kondisi/jenis beban (*Load Condition*)

V : menyatakan jumlah *Eigen Value*, yaitu tentang jumlah *mode shape* / jumlah ragam respon yang akan dihitung. Dimana nilai V = n -1 (dimana n menyatakan jumlah tingkat struktur yang dianalisa)

T : toleransi konvergen *Eigen Value* = 0.0001

Kondisi pembebanan:

L = 1 adalah untuk beban mati sebelum komposit

L = 2 adalah untuk beban mati setelah komposit

L = 3 adalah untuk beban hidup

L = 4 adalah untuk beban gempa

L = 5 adalah untuk beban angin

Dengan memperhatikan PPTGIUG 1983 pasal 3.5.2.1, nilai V (jumlah ragam respon) yang harus ditinjau tidak boleh kurang dari 5. Sehingga V = 7 (dimana dengan n = 8, V = n - 1 = 8 - 1 = 7).

3. ***Joints***

Blok data ini mendefinisikan atau menginformasikan letak koordinat titik-titik struktur pada sumbu global X, Y, dan Z. Sehingga dengan demikian akan terbentuk geometri struktur yang akan dianalisa.

4. *Restraints*

Setiap *joint* pada model struktur mempunyai 6 *diplacement component*, yaitu: 3 *global translation* UX, UY,dan UZ dan 3 *global rotations* RX, RY, dan RZ. Arah-arah yang berhubungan dengan 6 *diplacement component* ini menyatakan derajat kebebasan (*degrees of freedom*) dari *joint*. Spesifikasi *restraint* pada joint senantiasa dituliskan dalam 6 angka, satu angka berhubungan dengan masing-masing 6 *degrees of freedom joint*. Jika *restraint* ditulis 0 berarti *joint* tersebut dilepas atau jika ditulis 1 berarti *joint* tersebut dikekang.

Untuk analisa struktur ini, blok datanya adalah sebagai berikut:

R=1,1,1,1,1,1 untuk *Fixed* (jepit)

R=0,0,1,1,1,0 untuk *Master joint*

R=1,1,0,1,1,1 untuk *joint-joint* di tengah bentang elemen

5. *Constraints*

Blok data ini diperlukan untuk:mengurangi jumlah persamaan dalam matrik sistem SAP 90 dalam menghitung *displacement*. Karena dengan blok data ini *displacement* dan rotasi *joint-joint* yang ter*constraints* mengikuti titik acuannya. Hal ini sebagai implementasi *rigid floor diaphragm*.

6. *Masses*

Memuat informasi tentang massa dan momen inersia massa (MMI) dari tiap-tiap lantai yang dinyatakan dalam bentuk:

j1,j2,inc M=mx,my,mz,mrx,mry,mrz

dimana:

j1 = nomor *joint* awal

j2 = nomor *joint* akhir

inc = penambahan nomor *joint*

mx = massa untuk translasi arah sumbu x

my = massa untuk translasi arah sumbu y

mz = massa untuk translasi arah sumbu z

mrx = momen inersia massa terhadap sumbu x

mry = momen inersia massa terhadap sumbu y

mrz = momen inersia massa terhadap sumbu z

Momen inersia massa tiap lantai dihitung dengan rumus:

$MMI = 1/12\ M\ (a^2 + b^2) + Mr^2$

dimana:

M = massa total segmen yang ditinjau

a = lebar dari tiap sub segmen tinjauan

b = panjang dari tiap sub segmen tinjauan

r = jarak dari titik pusat sub segmen tinjauan terhadap titk pusat massa

elemen penahan gaya lateral (gempa) pada lantai yang bersangkutan.

7. *Frame*

Informasi yang termuat pada blok data ini meliputi lokasi, properti material (M), sumbu lokal (*local axis* = LP), *momen release* (LR), beban yang bekerja (NSL), dan *master joint* acuan (MS).

Karena pada analisa struktur utama tugas akhir ini ada perlakuan khusus pada perletakan, yaitu seluruh pertemuan balok, kolom, dan bresing bersifat sendi, maka pada setiap elemen frame balok dan bresing dipakai LR = 1,1,0,1,1,1 dengan harapan bahwa tidak terjadi momen diujung-ujung elemen/batang yang bersangkutan.

9. *Loads*

Blok data *loads* mendefinisikan pembebanan pada joint untuk sejumlah kondisi pembebanan.

10. *Combo*

Bagian data ini adalah untuk mendefinisikan *load combination* (kombinasi pembebanan) yang digunakan pada analisa struktur utama tugas akhir ini. Besarnya nilai D (faktor pengali gempa dinamis) untuk tugas akhir ini digunakan 1.35 x 1.5 (atau K x 1).

11. *Spec*

Memuat informasi mengenai data-data yang berhubungan dengan analisa dinamik menggunakan metode analisa ragam spektrum respon. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memasukkan data pada blok data ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saat memasukkan nilai sudut eksitasi (A) perlu ditentukan kombinasi arah pembebanan gempa. Beberapa kemungkinan seperti dibawah ini:

   a. 100% gempa arah X + 30% gempa arah Y, maka bisa dituliskan:

      A = 0 , dan pada X *direction* dimasukkan 100% nilai spektrum respons dari grafik dan pada Y *direction* dimasukkan 30% nilai spektrum respons dari grafik, atau ;

A = 16.7 , dan pada spektrum respons X *direction* dimasukkan nilai penuh (100%) sesuai grafik.

b. 30% gempa arah X + 100% gempa arah Y, maka bisa dituliskan:

A = 0 , dan pada X *direction* dimasukkan 30% nilai spektrum respons dari grafik dan pada Y *direction* dimasukkan 100% nilai spektrum respons dari grafik, atau ;

A = 73.3 , dan pada spektrum respons X *direction* dimasukkan nilai penuh (100%) sesuai grafik.

2. S = faktor skala respons spektrum bisa digunakan 9.81 m/dt^2 atau 10 m/dt^2.

3. D = *damping ratio* (rasio redaman) diambil 5% (= 0.05).

BAB VI
PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA

6.1. Perencanaan Balok Induk

Pada sub bab ini dipakai contoh balok induk As 3 (D-E)

Profil baja: WF 450x200x9x14 (profil termasuk penampang kompak)

$Sx = 1490\ cm^3$, $Zx = 1621\ cm^3$

Sebelum komposit : (dari keluaran SAP 90)

Mu = 22.325 ton-m = 2232500 kg cm

Vu = 8.364 ton = 8364 kg

Jarak pengekang lateral:

Lb = 800 mm (asumsi jarak antar penghubung geser stad)

Lp = 2291 mm

Lr = 4794 mm , ternyata Lb < Lp

Cb = 1.75 > 1.0

Kuat momen nominal:

$\phi Mn = \phi Mp$

$= 0.90\ fy\ Z = 0.90 \times 2400 \times 1620 = 3499200$ kgcm > Mu ..... **ok.**

Kuat geser nominal:

$\phi Vn = 0.90\ (0.6\ Aw\ fy)$

$= 0.90 \times 0.6 \times 2400 \times (45 \times 0.9) = 52488$ kg > Vu .....**ok.**

Penghubung Geser: (dek sejajar baja)

ds = 20mm Ec = 25742.96 Mpa

Hs= 100 mm hr = 53 mm

Nr = 2 buah $Ac = A_{ce} = b_E \cdot ts = 165000\ mm^2$

wr = 168 mm

$$Rsc = \frac{0.60 \times wr}{hr}\left(\frac{Hs}{Nr} - 1\right) = 1.69 > 1.0 \quad \text{(tanpa reduksi)}$$

Qn = 138098.97 N > Asc fu = 116287.3 N (pakai Asc fu)

Vnh = 0.85 f'c Ac = 0.85 x 30 x 165000 = 4207500 N

= As fy = 2322240 N (menentukan)

N = Vnh / Qn = 2322240 / 116287.3 = 19.97 buah = 20 buah

Spasi :

p maks = 8 ts = 880 mm

p min = 6 ds = 120 mm

p = L / (N - 1) = 10000 / 19 = 536.3 mm < p maks ..... **ok.**

Lendutan:

Δ_{ijin} = L / 250 = 9000 / 250 = 36 mm

$As = 9676\ mm^2$, $Is = Ix = 33500\ cm^4 = 3.35 \times 10^8\ mm^4$

$n = Es / Ec = 2.1 \times 10^5 / 25742.96 = 8.16$ MPa

$btr = b_E / n = 1500 / 8.16 = 183.9$ mm

$Ace = btr \times ts = 183.9 \times 110 = 20226.61\ mm^2$

$Ic = 1/12 \times 183.9 \times 110^3 = 20397575\ mm^4$

ys = d/2 + ts = 450/2 + 110 = 435 mm

$yt = [(As \times ys) + (Ace \times 1/2\ ts)] / (As + Ace)$

$= [(9676 \times 435) + (20226.61 \times 55)] / (9676 + 20226.61) = 177.96$ mm

$As\ (ys - yt)^2 = 9676 \times (435 - 177.96)^2 = 639289078\ mm^4$

$Ace(yt - 1/2ts)^2 = 20226.61\ (177.96 - 55)^2 = 305809385.2\ mm^4$

$Itr = Is + As\ (ys - yt)^2 + Ic + Ace\ (yt - 1/2ts)^2$

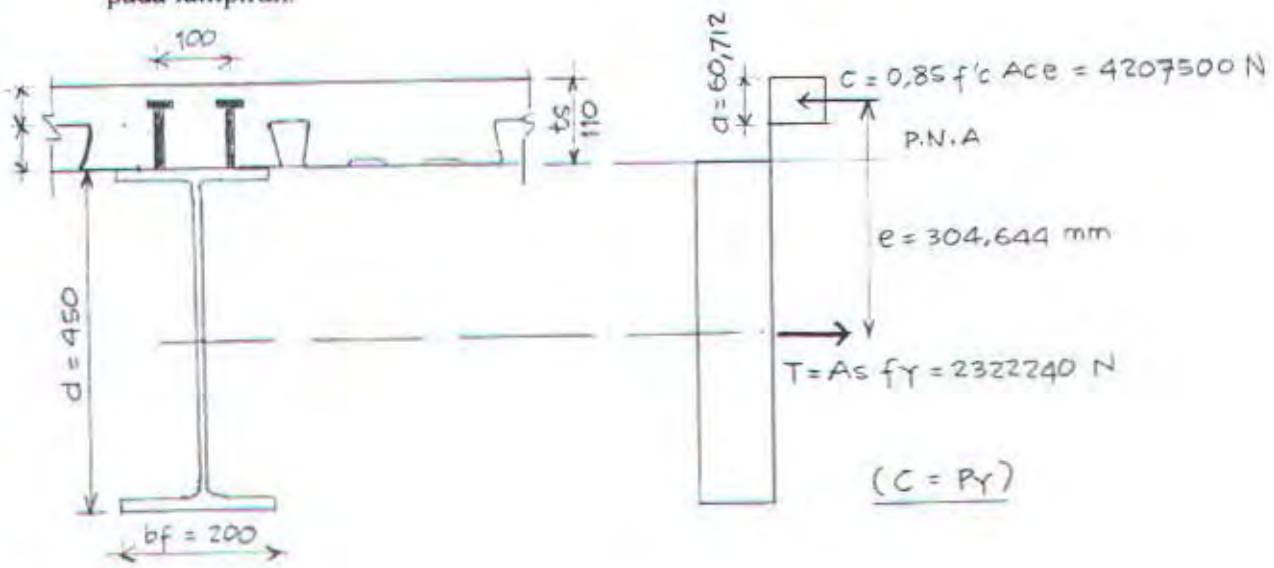
$= 3.35 \times 10^8 + 639289078 + 20397575 + 305809385.2$

$= 1300496038\ mm^4$

Dari SAP 90: U(Z) = 14.5 cm

$\Delta = [U(Z) \times Is] / Itr = [14.5 \times 33500] / 130049.6038 = 3.13\ cm < \Delta_{ijin}$ ..... **ok.**

Untuk perhitungan balok induk komposit yang lain disajikan dalam bentuk tabel pada lampiran.

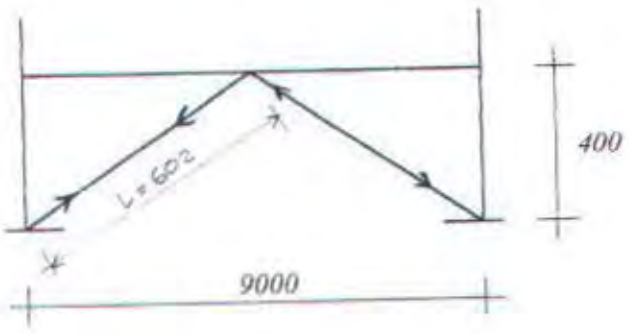


6.2. Perencanaan Ikatan Diagonal / Bresing

Sebagaimana yang disyaratkan pada Konsep SNI 1997 pasal 12.9.2, berikut ini beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan ikatan diagonal / bresing konsentris untuk perencanaan tahan gempa:

1. Syarat kelangsingan, $L/r \leq 720 / \sqrt{fy}$ (dimana fy bersatuan ksi), kecuali untuk gedung-gedung rendah (*one and two story building*) dan gedung non-struktural.
2. Kekuatan rencana, $\phi Nnmaks = 0.80\ \phi Pn$
3. Termasuk dalam kategori penampang kompak dan tidak kompak dengan nilai rasio lebar terhadap tebal (b/t atau b/d) kurang dari persyaratan dalam tabel 12.8.8.1 Konsep SNI 1997.
4. Khusus untuk bresing jenis V, V terbalik, dan K, kekuatan rencana yang ada selain harus memenuhi item (2) diatas, haruslah pula 1.5 kali Nu yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan menurut persamaan 12.3.1.4 dan 12.3.1.5 pada Konsep SNI 1997.

A. Bresing arah x



Contoh untuk bresing As 5 (B - C)

Dari keluaran SAP 90:

Nu = - 67.69 ton (tekan)

Nu = 48.03 ton (tarik)

Pakai profil WF 250x250x9x14 (fy = 240 MPa = 34.8 ksi)

Ag = 92.18 cm^2 ry = 6.29 cm

fu = 370 Mpa fy = 240 Mpa = 34.8 ksi

rx = 10.80 cm

Kelangsingan = L/r min = 602/6.29 = 95.7 < (720 / √34.8) = 122 ..... **ok.**

Tekan

Lk = kc . L = 1 x 602 = 602 cm

$$\lambda c = \frac{Lk}{r\pi}\sqrt{\frac{fy}{E}} = [602 / (6.29\,\pi)]\sqrt{\frac{240}{2.1\times10^5}} = 1.03$$

$\lambda s = \sqrt{0.7}\,\lambda c = \sqrt{0.7}$ x 1.03 = 0.862

$\omega = 1.5 / (1.6 - 0.75\,\lambda c) = 1.5 / (1.6 - 0.75 \times 0.862) = 1.57$

$\phi Nn = 0.85\ Ag\ fy / \omega$

$= 0.85 \times 92.18 \times 2400/1.57 = 119566.37$ kg = 119.56 ton > Nu

Syarat bresing V:

a. ϕNn maks = $0.8\ \phi\ Nn = 0.8 \times 119.56 = 95.65$ ton > Nu ..... **ok.**

b. $\phi Nn / Nu = 119.56 / 67.69 = 1.76 > 1.5$ ..... **ok.**

Tarik

Pelelehan penampang bruto:

$\phi Nn = \phi\ fy\ Ag = 0.90 \times 2400 \times 83.69 = 180770.4$ kg > Nu .....**ok.**

Pelelehan penampang bersih:

$Ae = 90\%\ Ag = 0.90 \times 83.69 = 75.321\ cm^2$

$\phi\ Nn = \phi.fu.Ae = 0.75 \times 3700 \times 75.321 = 209015.775$ kg > Nu ..... **ok.**

B. Bresing arah y

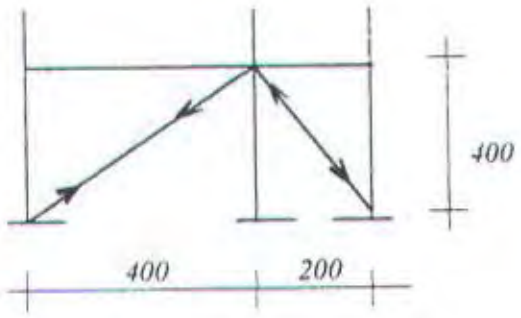
Contoh untuk bresing As G (4 - 6)

Pakai profil WF 250x250x9x14 (fy = 240 MPa = 34.8 ksi)

Dari keluaran SAP 90:

Nu = -98.56 ton (tekan)

Nu = 94.62 ton (tarik)



Lk = 567 cm

$\frac{Lk}{r\min}$ = 567/5.13 = 110.53 < 122 .....**ok.**

Tekan

$\lambda c = \frac{Lk}{r\pi}\sqrt{\frac{fy}{E}} = [567 / (6.29\,\pi)]\sqrt{\frac{240}{2.1\times10^5}} = 0.97$

$\lambda s = \sqrt{0.7}\,\lambda c = \sqrt{0.7} \times 0.97 = 0.812$

$\omega = 1.5 / (1.6 - 0.75 \times 0.812) = 1.51$

ϕ Nn = 0.85 Ag fy / ω = 0.85 x 92.18 x 2400/1.51 = 124534.6 kg

ϕ Nn maks = 0.8 ϕc Nn = 0.8 x 124534.6 = 99627.65 kg > Nu .....**ok.**

Tarik

Pelelehan penampang bruto:

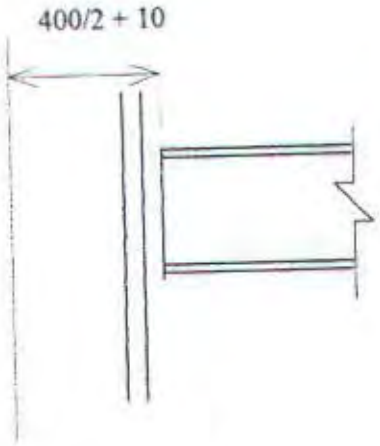
ϕ Nn = ϕ fy Ag = 0.90 x 2400 x 83.69 = 180770.4 kg > Nu

Pelelehan penampang bersih:

Ae = 90 % Ag = 0.90 x 83.69 = 75.321 cm^2

ϕ Nn = ϕ fu Ae = 0.75 x 3700 x 75.321 = 209015.78 kg > Nu

6.3. Perencanaan Kolom Komposit



Pakai profil WF 400x400x13x21

As = 218.7 cm^2 = 21870 mm^2

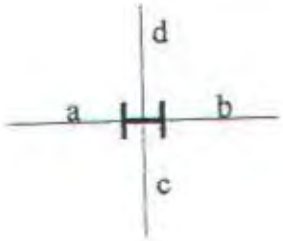
Ix = 66600 cm^4, Iy = 22400 cm^4

Zx = 3600 cm^3 = 3600000 mm^3

Zy = 1695 cm^3 = 1695000 mm^3

Dari keluaran SAP90:

A. Kombinasi pembebanan beban gempa



Nu = 523.103 ton

Mux_2 = - 16.759 t-m = - 1675900 kg cm

Mux_1 = - 3.878 t-m = - 387800 kg cm

Muy_1 = Muy_2 = - 10.650 t-m = - 1065000 kg cm

Momen tambahan akibat eksentrisitas dari gaya geser balok yang merangka:

balok a = 4951 x (40/2 + 0.1) = 103971 kg cm

balok b = 15300 x (40/2 + 0.1) = 321300 kg cm

balok c = 1556 x 16.5 = 2567.40 kg cm

balok d = 3537 x 16.5 = 5836.05 kg cm

Total:

$Mux_2 = 1675900 + (2567.40 + 5836.05) = 1684303.45$ kg cm

$Muy_2 = 1065000 + (103971 + 321300) = 1490271$ kg cm

B. Kombinasi pembebanan beban gravitasi:

$Mux_1 = -0.011$ ton-m = 1100 kg cm

$Mux_2 = -0.221$ ton-m = 22100 kg cm

$Muy_1 = Muy_2 = 0.057$ ton-m = 5700 kg cm

Momen tambahan akibat eksentrisitas dari gaya geser balok yang merangka:

balok a = 5286 x (40/2 + 0.1) = 111006 kg cm

balok b = 15297 x (40/2 + 0.1) = 321337 kg cm

balok c = 1788 x 1.65 = 2950.2 kg cm

balok d = 4042 x 1.65 = 6669.3 kg cm

Total:

$Mux_2 = 22100 + (2950.2 + 6669.3) = 31719.5$ kg cm

$Muy_2 = 5700 + (111006 + 321337) = 489343$ kg cm

Gb = 1.0

$$Ga = \frac{(66600/400) + (66600/360)}{(4050/300) + (33500 + 900)} = 6.93 \quad \Longrightarrow \quad kc = 0.85$$

Lkx = kc. Lx = 0.85 x 400 = 340 cm

Gb = 1.0

$$Ga = \frac{(22400/400) + (22400/360)}{(4050/300) + (7210/600)} = 4.63 \quad \Longrightarrow \quad kc = 0.84$$

Lky = kc. Ly = 0.84 x 400 = 336 cm

f'c = 30Mpa ; fy = 320 Mpa

Coba sengkang ϕ10 mm

spasi maks = 2/3 x 60 = 40 cm $\Longrightarrow$ pakai ϕ 10 - 200

Ar = luas sengkang = 1/4 π $(10)^2$ = 157 mm^2 > 0.81 x 200 = 36 mm^2 ..... **ok.**

D22 (Ar = 380 mm^2)

tebal bersih penutup beton = 600 - (400 + 22 + 10) = 68 mm > 40 mm ..... **ok.**

Spasi tulangan longitudinal = 600 - 2(68 + 10) - 22 = 422 mm

Ar = 380 mm^2 > 0.18 x 422 = 75.96 mm^2 ..... **ok.**

Ag = 60 x 60 = 3600 cm^2

As = 218.7 cm^2

ry = 10.1 cm

Ar = 4 x 380 = 1520 cm^2

Ac = Ag - (As + Ar) = 3600 x 10^2 - (218.7 x 10^2 + 1520) = 336610 mm^2

As/Ag = 218.7 / 3600 = 6.075 % > 4 % ..... **ok.**

Baja diselubungi beton: c_1 = 0.7 , c_2 = 0.6 , c_3 = 0.2

Ar / As = 1520 / (218.7 x 10^2) = 0.069

Ac / As = 336610 / (218.7 x 10^2) = 15.39

fmy = fy + c_1 fyr (Ar/As) + c_2 f'c (Ac/As)

= 240 + [0.7 x 320(0.069)] + [0.6 x 30(15.39)]

= 532.476 Mpa = 5324.76 kg/cm^2

Em = E + c_3 Ec (Ac/As)

= 2.1 x 10^5 + [0.2 x 25742.9602(15.39)] = 289236.83 Mpa

rmy $\Longrightarrow$ ry = 10.1 cm

0.3 x 60 = 18 cm (menentukan)

Kuat tekan nominal:

$$\lambda cy = Lky / (rmy\ \pi) \sqrt{\frac{fmy}{Em}} = (336 / 18\ \pi) \sqrt{\frac{532.476}{289236.83}} = 0.255$$

$\lambda s = \sqrt{0.7} \times \lambda c = 0.213$

$\omega = 1.5/(1.6 - 0.75\ \lambda s) = 1.5 / (1.6 - 0.75 \times 0.213) = 1.04$

$\phi Nn = \phi As\ fmy / \omega$

$= 0.85 \times 5324.76 \times (218.7 / 1.04) = 951775$ kg $= 951.78$ ton $> Nu$ .....**ok.**

$Nu/\phi Nn = 523103/951775 = 0.55 > 0.3$, maka:

Kuat momen nominal:

$\phi Mn = 0.85\ Mnc$

$$Mnxc = Zx\ fy + 1/3\ (h-2c_r)\ Ar\ fy_r + (h/2 - \frac{Awfy}{1.7.f'c.b})\ Aw\ fy$$

$cr_c = 68 + 10 + 22/2 = 89$ cm

$cr_t = 68 + 10 + 22/2 = 89$ cm

$cr = (cr_c + cr_t) / 2 = 89$ cm

$Ar = 1520\ mm^2$

$fyr = 320$ Mpa

$Aw = d\ tw = 400 \times 13 = 5200\ mm^2$

$Aw\ fy = 5200 \times 240 = 1248000$ N

$1.7\ f'c\ b = 1.7 \times 30 \times 600 = 30600$ N/mm

$Zx\ fy = 3600 \times 10^3 \times 240 = 864 \times 10^6$ Nmm

$1/3(h - 2\,cr)\ Ar\ fyr = 1/3(600 - 2 \times 89) \times 1520 \times 320 = 68420266.6$ Nmm

$$(\frac{h}{2} - \frac{Awfy}{1.7f'cb})Awfy = (\frac{600}{2} - \frac{1248000}{30600}) \times 1248000 = 323501176.5 \text{ Nmm}$$

$$Mnxc = Zx \cdot fy - 1/3\,(h-2c_r)\,Ar\,fy_r + (h/2 - \frac{Awfy}{1.7.f'c.b})\,Aw\,fyy$$

$$= 864 \times 10^6 + 68420266.6 + 323501176.5$$

$$= 1255921443 \text{ Nmm} = 12559214 \text{ kgcm}$$

ϕ Mnx = 0.85 x Mnxc = 10675332 kgcm > Mux ..... **ok.**

$Zy\,fy = 1695 \times 10^3 \times 240 = 406.8 \times 10^6$ Nmm

$1/3(b - 2c_r)\,Ar\,fyr = 1/3(600 - 2 \times 89) \times 1520 \times 320 = 68420266.6$ Nmm

$$(\frac{b}{2} - \frac{Awfy}{1.7f'ch})Awfy = (\frac{600}{2} - \frac{1248000}{30600}) \times 1248000 = 323501176.5 \text{ Nmm}$$

$$Mnyc = Zy\,fy + 1/3\,(b-2c_r)\,Ar\,fy_r + (b/2 - \frac{Awfy}{1.7f'ch})\,Aw\,fy$$

$$= 406.8 \times 10^6 + 68420266.6 + 323501176.5$$

$$= 798721443.1 \text{ Nmm} = 7987214 \text{ kgcm}$$

ϕ Mny = 0.85 Mnyc = 6789132 kg cm > Muy ..... **ok.**

βm = - Mux1 / Mux2 = - 0.697

Cm = 0.6 - 0.4 x (-0.697) = 0.32

$Ncrb = As\,fmy / \lambda^2_c = (218.7 \times 5324.76) / 0.255^2 = 17908881.38$ kg = 17908 ton

$$\delta b = \frac{0.32}{1 - \left(\frac{523.103}{17908}\right)} = 0.33 < 1, \quad \text{pakai } \delta b = 1$$

Σ Nu = 6209.805 ton

Σ Ncrs = 526823.76 ton

$$\delta s = \frac{1}{1-\left(\frac{6209.805}{526823.76}\right)} = 1.012$$

$Mux = \delta b\, Mu_b + \delta s\, Mu_s$

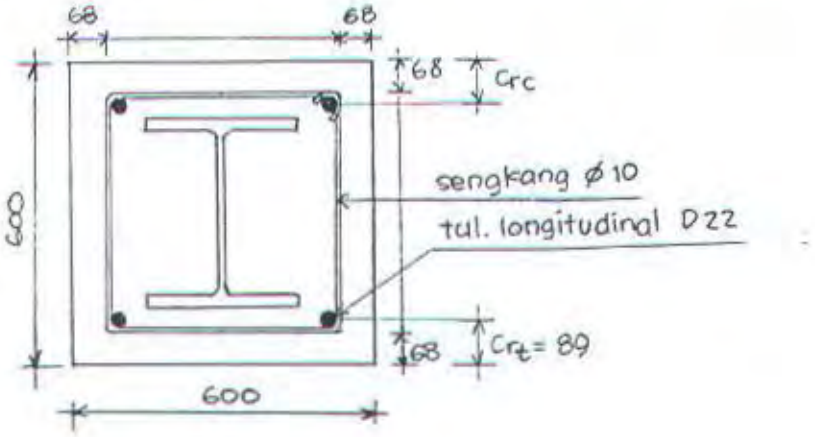
$= 31719.5 + (1.012 \times 1684303.45) = 1704515$ kg cm

$Muy = \delta b\, Mu_b + \delta s\, Mu_s$

$= 489343 + (1.012 \times 1490271) = 1997494$ kg cm

Kombinasi:

$$\frac{Nu}{\phi Nn} + \frac{8}{9}\left(\frac{Mux}{\phi Mnx} + \frac{Muy}{\varphi Mny}\right) = 0.55 + \frac{8}{9}\left(\frac{1704515}{10675332} + \frac{1997494}{6789132}\right) = 0.95 < 1 \text{ .... ok.}$$



6.4. Perencanaan Pedestal

Pedestal merupakan kolom pendek dimana dalam tugas akhir ini direncanakan dengan beban biaksial. Menurut Bresler (1960) kekuatan kolom pendek harus memenuhi persyaratan kontrol biaksial dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{1}{Pi} = \frac{1}{Px} + \frac{1}{Py} - \frac{1}{Po}$$

dimana:

Pi ≈ Pn = kuat nominal aksial kolom

Px = kuat nominal aksial arah sumbu x

Py = kuat nominal aksial arah sumbu y

Po = Pn/ ϕ

Pn = ϕ (0.85 f'c(Ag - Ast) + fy Ast)

ϕ = 0.80

Ag = Luat bruto penampang beton

Ast = luas penampang tulangan

f'c = kuat tekan karakteristik beton

Contoh perhitungan:

Dimensi pedestal: 0.75 x 0.75 x 0.75 m

Pembebanan:

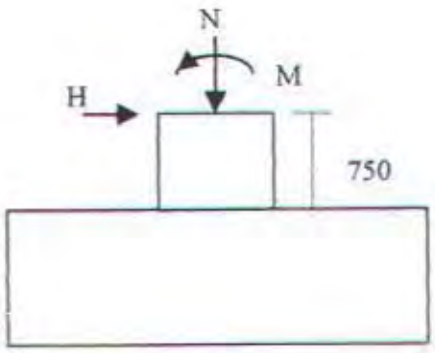
Pu = 542.2611 ton

Mux = 61.0541 ton-m

Muy = 16.7593 ton-m

Hux = 3.2334 ton

Huy = 30.5299 ton



f'c = 30 Mpa

Momen akibat eksentrisitas dan gaya horisontal:

Mhy = 3.2334 x 0.75 = 2.2425 ton - m

Mhx = 30.5299 x 0.75 = 22.8974 ton - m

Total momen:

Arah x = Mux + Mhx = 61.0541 + 22.8974 = 83.9515 ton - m

Arah y = Muy + Mhy = 16.7593 + 2.2425 = 19.0018 ton - m

b/h = 750/750 = 1

$\frac{Mux}{Muy} = \frac{19.0018}{83.9515} = 0.23$ < b/h , maka momen ekivalen

Mo ekivalen = Muy + Mux (h/b) (1-β /β) ➔ β = 0.65

$= 83.9515 + 19.0018\,(1)\,(\frac{1-0.65}{0.65})$

= 94.183 ton-m

$$\frac{Mu}{\phi bh^2 0.85 f'c} = \frac{941832384.6}{0.65 \times 750 \times 750^2 \times 0.85 \times 30} = 0.185$$

$$\frac{Pu}{\phi bh 0.85 f'c} = \frac{5422611}{0.65 \times 750 \times 750 \times 0.85 \times 30} = 0.58$$

Dari diagram interaksi :

r = 0.014

β = 1.2

ρ = r β = 0.014 x 1.2 = 0.017 < 8%

As = 0.017 x 750 x 750 = 9562.5 mm^2 ==> pakai 20 D25 (Ast = 9820 mm^2)

Check spasi ==> 680 - 2ϕ10 = 660 mm

s = [660 - (6 x 25)] / 5 = 102 mm > 30 mm ..... **ok.**

Ast = 9820 mm^2

Ag = 750 x 750 = 652500 mm^2

fy = 390 Mpa

ϕ Pn = 0.80 [0.85 f'c (Ag - Ast) + fy Ast]

= 0.85 [0.85 x 30 x (562500 - 9820) + (390 x 9820)]

= 14338512 N = 1433.8512 ton > Pu ..... **ok.**

Kontrol biaksial:

Sumbu x :

Mux = 83.9515 ton -m

20D25 ==> ρ = 9820 / 565200 = 0.0175 , r = 0.015

$$\frac{Mu}{\phi bh^2 0.85 f'c} = \frac{839515000}{065 \times 750 \times 750^2 \times 0.85 \times 30} = 0.15$$

Sehingga : $\frac{Pux}{\phi bh 0.85 f'c} = 0.84$

Pux = 0.84 x 0.65 x 750 x 750 x 0.85 x 30 = 7831687.5 N

Sumbu y :

Muy = 19.0018 ton-m

20D25 ==> ρ = 9820 / 565200 = 0.0175 , r = 0.015

$$\frac{Mu}{\phi bh^2 0.85 f'c} = \frac{190018000}{0.65 \times 750 \times 750^2 \times 0.85 \times 30} = 0.03$$

Sehingga : $\frac{Puy}{\phi bh 0.85 f'c} = 1.2$

Puy = 1.2 x 0.65 x 750 x 750 x 0.85 x 30 = 11188125 N

Po = Pn / ϕ = 5422611 / 0.85 = 6379542.4 N

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{Pux} + \frac{1}{Puy} - \frac{1}{Po}$$

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{7831687.5} + \frac{1}{11188125} - \frac{1}{6379542.4}$$

$\frac{1}{Pu}$ = 6.0316 x 10^{-8} ==> Pu = 16579396 N > Pu = 5422611 N ..... **ok.**

Geser kolom:

Vu = $\sqrt{Hux^2 + Huy^2}$

Vu = $\sqrt{3.2334^2 + 30.5294^2}$

Vu = 30.70 ton = 307000 N

ϕ Vc = 0.6 x 2$\left(1 + \frac{Nu}{14\,Ag}\right)$ 1/6 $\sqrt{f'c}$ bw d (menurut SK SNI 1991)

= 0.6 x 2 $\left(1 + \frac{5422611}{14 \times 750 \times 750}\right)$ x 1/6 x $\sqrt{30}$ x 750 x 680

= 465566 N

1/2 ϕ Vc = 1/2 x 465566 = 232783 N > Vu (perlu tulangan geser)

Pasang tulangan geser minimum (1/2 ϕ Vc < Vu < ϕ Vc)

ϕ Vs min = ϕ 1/3.bw.d = 0.60 x 1/3 x 750 x 680 = 102000 N

Pakai ϕ 10 ==> Av = 157 mm^2 (dua kaki)

S = 3 Av fy / bw

S = 3 x 157 x 390 / 750 = 244.92 mm

S maks = d/2 = 680/2 = 340 mm < 600 mm

pasang ϕ 10 - 200

Panjang penyaluran:

Perhitungan ini dapat dijadikan acuan untuk memperkirakan tebal poer disamping kontrol terhadap geser pons.

(menurut SK SNI 1991 ps. 3.5.2 ayat 2)

$Ldb = 0.02\ Ag\ fy / \sqrt{fy} = (0.02 \times 1/4\ \pi\ 25^2 \times 390) / \sqrt{30} = 699$ mm (menentukan)

tetapi tidak boleh kurang dari:

$Ldb = 0.06\ db\ fy = 0.06 \times 25 \times 390 = 585$ mm

Jadi dengan panjang penyaluran dari pedestal sepanjang 699 mm, sekurang-kurangnya tebal poer berkisar antara 800 - 850 mm. Dimana selanjutnya perlu dikontrol terhadap geser pons (lihat bab 8).

BAB VII
PERENCANAAN SAMBUNGAN

BAB VII
PERENCANAAN SAMBUNGAN

7.1. Umum

Penghubung antar komponen struktur baja dapat berupa las, baut, maupun pen yang dilapisi oleh pelat pengisi, pelat pendukung, pelat penyambung, dan pelat buhul (*gusset plate*). Dalam tugas akhir ini memakai beberapa tipe sambungan seperti yang disebutkan dibawah ini:

1. Sambungan momen atau sambungan kaku (*rigid connection*)

   Sambungan kaku diperlukan untuk menahan momen, gaya geser, dan aksial (tarik). Sambungan jenis ini untuk tugas akhir ini digunakan pada:

   a. Sambungan balok-balok atap (jurai dalam, jurai luar, 1/2 kuda-kuda, dan kuda-kuda) terhadap kolom-kolomnya.

   b. Pelat dasar kolom (ujung bawah kolom) terhadap pedestal.

2. Sambungan geser atau sambungan sederhana (*simple connection*)

   Sambungan sederhana diperlukan untuk tidak menahan momen. Sambungan jenis ini untuk tugas akhir ini digunakan pada:

   a. Sambungan balok-balok atap (jurai dalam, jurai luar, 1/2 kuda-kuda) terhadap kuda-kuda.

   b. Pelat dasar kolom penyanggah balok atap terhadap kolom utama.

   c. Sambungan balok anak terhadap balok induk.

d. Sambungan balok induk terhadap kolom-kolomnya.

e. Sambungan bresing terhadap balok dan atau kolom.

7.2. Sambungan Baut

Sambungan baut pada tugas akhir ini menggunakan baut mutu tinggi (sesuai dengan standar persyaratan/spesifikasi *AISC - LRFD A.3.3*) ASTM A325 tipe tumpu (*bearing type*) dan angkur ASTM A307. Pada sambungan baut mutu tinggi tidak dilakukan kontrol slip. Karena baut ini dipra-tarik dengan pengencangan tangan (*snug tight condition*).

7.2.1. Sambungan Geser (*Shear Connection*)

1. Kuat geser nominal baut

$\phi Rnv = \phi 0.50\, fu\, Ag$ (baut tanpa ulir pada bidang geser) (7.2.1)

$\phi Rnv = \phi 0.40\, fu\, Ag$ (baut ulir pada bidang geser) (7.2.2)

2. Kuat tarik nominal baut

$\phi Rnt = \phi 0.75\, fu\, Ag$ (7.2.3)

3. Kombinasi geser dan tarik baut

$$\left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 \leq 1.0 \qquad (7.2.4)$$

dimana secara umum:

ϕ = 0.80 (sesuai tabel 3.5.2.1 SNI 1997)

fu = tegangan putus baut

Ag = luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

Rnv = kuat geser nominal baut

Rnt = kuat tarik nominal baut

Ruv,Rut= beban berfaktor

4. Kuat tumpu nominal pelat lapis

Kuat tumpu nominal pelat lapis ditentukan oleh nilai terkecil dari persamaan berikut:

$$\phi Rn1 = \phi 2\, d\, t_p\, fu \qquad (7.2.5)$$

$$\phi Rn2 = \phi\, a_e\, t_p\, fu \qquad (7.2.6)$$

dengan ketentuan: $\phi Rn_{min} > Ru$

dimana:

ϕ = 0.80 (sesuai tabel 3.5.2.1 SNI 1997)

d = diameter baut nominal pada daerah tak berulir

t_p = tebal pelat lapis

fu = tegangan putus pelat lapis

a_e = jarak minimum tepi lubang ke tepi pelat lapis tambah ½ diameter

5. Kuat geser pelat badan:

Menurut *Commentary* LRFD-J4, kuat geser nominal pelat badan diambil nilai terbesar dari persamaan berikut:

a. pelelehan geser - retakan tarik:

$$\phi Rn = \phi [0.60\, fy\, Avg + fu\, Ant] \qquad (7.2.7)$$

b. retakan geser - pelelahan tarik:

$$\phi Rn = \phi [0.60\, fu\, Ans + fy\, Agt] \qquad (7.2.8)$$

dimana:

ϕ = 0.75

Avg = luas pelelehan geser

Ant = luas retakan tarik

Ans = luas retakan geser

Agt = luas pelelehan tarik

6. Sambungan las lihat sub bab 7.3. berikut.

7.2.2. Sambungan Momen Tipe Pelat Ujung (*End Plate Connection*)

Perencanaan sambungan momen tipe pelat ujung sebagai berikut:

1. Gaya tarik dan geser akibat beban berfaktor:

$$Ffu = [Mu /(d - tf)] \qquad (7.2.9)$$

$$Rut = Ffu / 4 \leq \phi Rut \qquad (7.2.10)$$

$$Ruv = Ru / n < \phi Rnv$$

2. Kontrol kombinasi geser dan tarik (persamaan 7.2.4)

3. Kontrol sambungan las (lihat sub bab 7.3.)

4. Kontrol pelat ujung dilakukan dengan metode berdasarkan LRFD (dari *Manual of Steel Construction, Volume II Connection*) sebagai berikut:

Jarak baut efektif:

$$Pe = Pf - (db/4) - 0.707\, a \qquad (7.2.11)$$

dimana:

$Pf = db$ + 12.7 mm + a , dengan db = diameter nominal baut, dan a = kaki las.

Momen penahan:

$$Meu = 1/4\ \alpha m\ Ffu\ Pe \qquad (7.2.12)$$

dimana:

$$\alpha m = Ca\,Cb\,(Af / Aw)^{1/3}\,(Pe / db)^{1/4} \qquad (7.2.13)$$

Ca = konstanta yang tergantung pada tegangan leleh balok:

fy = 36 ksi (setara fy = 240 Mpa) Ca = 1.13 x 1.2 = 1.36

Cb = $(bf / bp)^{1/2}$

bf = lebar flens tarik balok

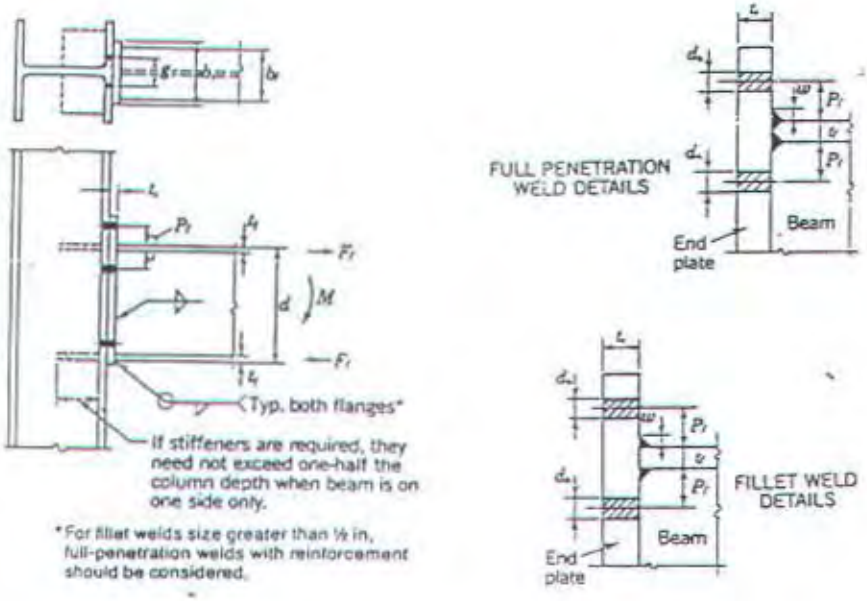
bp = lebar pelat ujung

Af = luas flens tarik balok

Aw = luas badan tidak termasuk flens, $(d - 2tf)tw$

Tebal minimum pelat ujung:

$$tp = \sqrt{\frac{4 \times Meu}{0.90 fybp}} \qquad (7.2.14)$$



Gambar 7.1. Tipe sambungan momen dengan pelat ujung

Dalam hal menahan momen terdapat dua kategori (*J.C.Smith*) :

Kasus I: jika (e = Mu/Nu) ≤ H/8 (semua rumus diasumsikan untuk $A_1 = A_2$)

Kasus ini berarti pelat dalam keadaan tekan (tidak ada tarik).

$$a = H - 2e \tag{7.2.19}$$

$$\phi Pp = (\phi\, 0.85\, f'c\, B_m)\,(H - 2e) \geq Nu \tag{7.2.21}$$

$$Bm = Nu \,/\, \phi\, 0.85\, f'c\,(H - 2e) \tag{7.2.22}$$

dengan: $n = 0.5(B - 0.80\ bf)$ dan $m = 0.5(H - 0.95\ d)$

jika a < m, maka tebal pelat:

$$tp \geq m\sqrt{\frac{1.133 f'cma}{fyB}} \tag{7.2.23}$$

jika a ≥ m, maka tebal pelat:

$$tp \geq m\sqrt{\frac{1.133 f'cBm}{fyB}} \tag{7.2.24}$$

dengan meninjau arah B, maka tebal pelat:

$$tp \geq n\sqrt{\frac{1.133 f'caBm}{fyHB}} \tag{7.2.25}$$

Kasus II: jika (e = Mu/Nu) > H/8

Pada kasus ini ada satu baris baut yang menerima tarik.

$$a = h - \sqrt{h^2 - \frac{Nu(2h - H) + 2Mu}{\phi 0.85 f'cB}} \tag{7.2.26}$$

$$h = H - a_e \tag{7.2.27}$$

Gaya tekan beton:

$$Cu = \phi\ 0.85\, f'c\, Ba \tag{7.2.28}$$

Gaya tarik minimum angkur:

$$Tu = Cu - Nu \qquad (7.2.29)$$

Sehingga tebal pelat minimum dapat menggunakan persamaan 7.2.23 sampai dengan 7.2.25 diatas (hanya konstanta Bm / B dihilangkan) atau sesuai *J.C.Smith*:

$$tp \geq 2.108 \sqrt{\frac{Tu(m - a_c)}{fyB}} \qquad (7.2.30)$$

Kontrol kuat tarik baut angkur:

$$\phi Rn \geq [2Tu + Cv\ Hu] / n \qquad (7.2.31)$$

dimana:

ϕ = 0.60

ϕ = 0.80 (untuk perencanaan baut angkur)

Nu = gaya aksial ultimit kolom

Mu = momen ultimit dasar kolom

Hu = gaya horisontal ultimit dasar kolom

B = lebar pelat dasar

Bm = lebar pelat dasar minimum untuk menahan tumpu

H = panjang pelat dasar

d = tinggi profil kolom

bf = lebar sayap profil kolom

a_c = jarak tepi minimum dari pusat pengencang ke tepi pelat atau pelat sayap profil (lihat tabel 10.5.2 Konsep SNI 1997)

fy = tegangan leleh pelat dasar

f'c = kuat tekan karakteristik beton

Rn = kuat nominal tarik satu baut/angkur

n = jumlah baut yang menerima tarik

Cv = koefisien geser:

a. Cv = 1.10 jika pelat dasar yang ditanam pada pedestal (beton penyanggah) dan permukaan atas pelat rata dengan beton

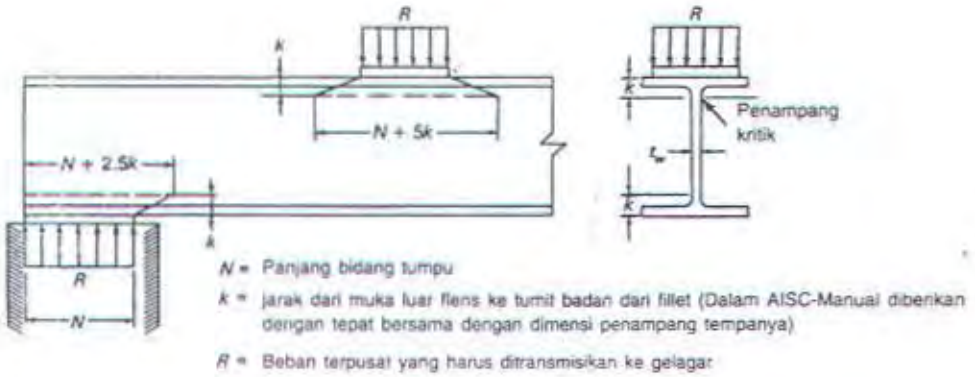
b. Cv = 1.25 jika pelat dasar ditopang oleh *grouting*

c. Cv = 1.85 jika pelat dasar hanya ditopang/disanggah tanpa *grouting*.

7.2.4. Sambungan Pelat Dasar Kolom (menahan beban aksial) Pada Balok

Kuat tumpu terhadap lentur pelat sayap menurut Konsep SNI 1997 pasal 5.10.2 :

$$\phi Rn = 6.25\ tf^2\ fy \leq Nu \qquad (7.2.32)$$



N = Panjang bidang tumpu

k = jarak dari muka luar flens ke tumit badan dari fillet (Dalam AISC-Manual diberikan dengan tepat bersama dengan dimensi penampang tempanya)

R = Beban terpusat yang harus ditransmisikan ke gelagar

Gambar 7.4. Peninjauan pelelehan lokal badan untuk menentukan panjang penumpu

Sedangkan kuat tumpu pelat badan terhadap leleh (pada beban-beban interior):

$$\phi Rn = (5k + N)\ fy\ tw \leq Nu \qquad (7.2.33)$$

Kontrol kuat tekuk dukung pelat badan / pelipatan badan untuk beban-beban interior (jarak beban terpusat > d/2 dari ujung balok):

$$\phi Rn = 0.79\, tw^2 [1 + 3(N/d)(tw/tf)^{1.5}] \sqrt{\frac{Efytf}{tw}} \leq Nu \qquad (7.2.34)$$

Dan tebal pelat tumpu yang dibutuhkan:

$$tp = \sqrt{\frac{2p(B/2 - k)^2}{(0.90)fy}} \qquad (7.2.32)$$

dimana:

ϕ = 0.9 (tabel 3.5.2.1 Konsep SNI 1997)

tf = tebal pelat sayap yang dibebani gaya tekan tumpu

tw = tebal pelat badan balok

k = jarak dari muka luar flens ke tumit badan dari *fillet*

N = lebar atau panjang bidang tumpuan ($\geq$ k)

d = tinggi balok

B = lebar pelat tumpu searah lebar flens kolom

p = Nu / (luas pelat tumpu)

7.3. Sambungan Las

Perencanaan sambungan las pada tugas akhir ini memakai las tipe *fillet* dengan SMAW (*Shielded Arc Metal Welding*). Dimana kekuatan desain per satuan panjang las *fillet* didasarkan atas resistansi geser melalui leher las menurut LRFD-J2.1(*Salmon-Johnson persamaan 5.14.6*) sebagai berikut:

$$\phi Rnw = \phi\, te\, (0.60 F_{EXX}) \qquad (7.3.1)$$

namun tidak boleh melebihi dari kekuatan patahan (*rupture*) geser dari logam dasar di dekatnya menurut LRFD-J4 (*Salmon-Johnson persamaan 5.14.7*):

$$\phi Rnw = \phi\, t\, (0.60 fu) \qquad (7.3.2)$$

dimana:

ϕ = 0.80 (diambil berdasarkan Konsep SNI 1997)

te = dimensi leher efektif dengan ketentuan te = 0.707 a (kaki las)

F_{EXX} = kekuatan tarik material elektroda

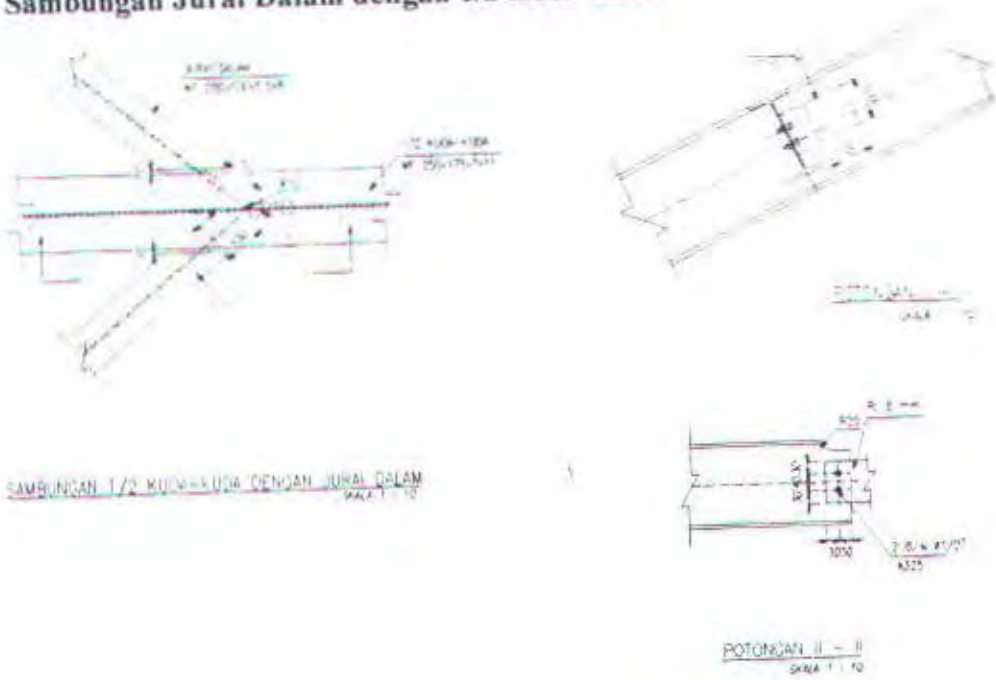
t = tebal material dasar di sepanjang las

fu = kekuatan tarik logam dasar

Ukuran minimum las sudut harus memperhatikan tabel 10.6.3.2 Konsep SNI 1997. Sedangkan dalam perhitungan momen inersia polar, eksentrisitas, dan panjang las didasarkan pada metode (vektor) elastik.

7.4. Perencanaan Sambungan Atap

7.4.1. Sambungan Jurai Dalam dengan 1/2 Kuda-Kuda



Gambar 7.5. Model sambungan jurai dalam dengan 1/2 kuda-kuda

Beban berfaktor:

Vu = 1010.04 kg = 10100.4 N

Nu = -3625.19 kg = -36251.9 N (tekan)

Ru = Vu + Nu = 46352.3 N

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

Ruv = Ru / n = 46352.3 / 2 = 23176.15 N < ϕRnv ..... **ok.**

Kontrol kuat tumpu pelat lapis: tp = 8 mm , fu = 370 Mpa

a_e = 30 mm

$\phi Rn1 = \phi 2d\ tp\ fu$ = 0.80 x 2 x 12.7 x 8 x 370 = 60147.2 N (pakai) > Ruv .....**ok.**

$\phi Rn2 = \phi\ a_e\ tp\ fu$ = 0.80 x 30 x 8 x 370 = 71040 N

Kuat geser pelat badan:

diameter lubang = d + 2 mm = 12.7 + 2 = 10 mm (Konsep SNI 1997 - 14.5.3.2.)

Avg = 80 x 5.5 = 440 mm^2

Ant = (30 - 12.7/2) x 5.5 = 124.575 mm^2

Ans = [(80 - (2 x 12.7)] x 5.5 = 278.3 mm^2

Atg = 30 x 5.5 = 165 mm^2

$\phi Rn = \phi[0.6\ fy\ Avg + fu\ Ant]$

= 0.75[(0.6 x 240 x 440) + (370 x 124.575)] = 82089 N (pakai) > Ru .... **ok.**

$\phi Rn = \phi[0.6\ fu\ Ans + fy\ Agt]$

= 0.75[(0.6 x 370 x 278.3) + (240 x 165)] = 76037 N

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Pelat lapis t = 8 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = (2 x 100) + 100 = 300 mm

Titik pusat: x = 100^2 / [(2 x 100) + 100] = 33.33 mm

y = 100 / 2 = 50 mm

Eksentrisitas: e = 100 + (100 - x) = 100 + (100 - 33.33) = 156.67 mm

Inersia polar: $Ip = \frac{8b^3 + 6bd^2 + 8d^3}{12} - \frac{b^4}{2d + b}$

$$Ip = \frac{\left(8 \times 100^3\right) + \left(6 \times 100 \times 100^2\right) + \left(8 \times 100^3\right)}{12} - \frac{100^4}{(2 \times 100) + 100}$$

$$Ip = 1500000 \text{ mm}^4$$

Gaya geser:

Ruv = Ru / Lw = 46352.3 / 300 = 154.5 N /mm

Gaya tarik:

Rutx = (Vu e y / Ip)

= [(10100.4 x 156.67 x 50) / 1500000] = 52.75 N / mm

Ruty = Vu e (100-x) / Ip

= [10100.4 x 156.67 x (100 - 33.33)] / 1500000 = 70.3 N / mm

Resultan gaya:

$$Ru_{(t)} = \sqrt{(52.75)^2 + (154.5 + 70.3)^2} = 230.9 \text{ N / mm}$$

Kaki las perlu: te = 0.707 a

$\phi Rnw = 0.80 \text{ te } (0.60 F_{EXX})$

= 0.80 x 0.707a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 230.9 / 163.8 = 1.41 mm

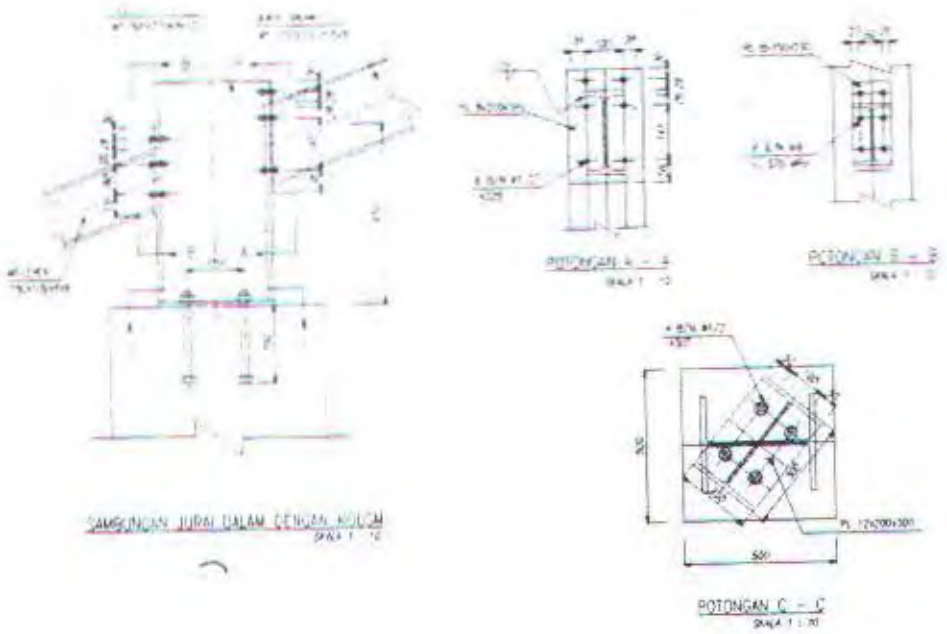
Pakai a = 7 mm , maka ϕRnw = 0.80 x 0.707 x 7 x 0.60 x 482.65 = 1146.55 N/mm

Kuat patah geser pelat lapis:

$\phi Rnw = 0.80 \text{ t } (0.60 \text{ fu})$

= 0.80 x 8 x 0.60 x 370 = 1420.8 N / mm > 1146.55 N / mm .... **ok.**

7.4.2. Sambungan Jurai Dalam dengan Kolom



Gambar 7.6. Model sambungan jurai dalam dengan kolom

Beban berfaktor:

Mu = 248002.11 kg cm = 24800211 N mm

Vu = 1448.41 kg = 1448.41N

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

Ruv = Ru / n = 14484.1 / 6 = 2414 N < ϕRnv ..... **ok.**

Kuat tarik nominal baut:

$\phi Rnt = \phi\ 0.75\ fu\ Ab = 0.80 \times 0.75 \times 827.4 \times 126.7 = 62898.95$ N

Ffu = [Mu / (d - tf)]

= [24800211 / (200 - 8)]

= 129167.8 N

Rut = Ffu / 4 = 129167.8 / 4 = 32291.95 N < ϕRnt .....**ok.**

Kombinasi geser dan tarik:

$$\left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 = \left(\frac{32291.95}{62898.95}\right)^2 + \left(\frac{2414}{33546}\right)^2 = 0.265 < 1 \quad \text{....ok}$$

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Coba pelat ujung t = 10 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = (2 x 100) - 6.5 = 194.5 mm

$Ru_{(t)}$ = Ffu / Lw = 121967.8 / 194.5 = 627.08 N /mm

Kaki las perlu: te = 0.707 a

ϕRnw = 0.80 te (0.60 F_{EXX})

= 0.80 x 0.707a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 627.08 / 163.8 = 3.8 mm

Pakai a = 7 mm, maka ϕRnw = 0.80 x 0.707 x 7 x 0.60 x 482.65 = 1146.55 N/mm

Kuat patah geser pelat lapis:

ϕRnw = 0.8 t (0.60 fu)

= 0.80 x 10 x 0.60 x 370 = 1776 N / mm > 1146.55 N / mm ..... **ok.**

3. Kontrol Pelat Ujung (*end plate*)

Lebar pelat, bp = 200 mm

Lebar flens tarik balok, bf = 100 mm

Jarak baut efektif:

$Pf = db + 12.7 + a = 12.7 + 12.7 + 7 = 32.4$ mm

$Pe = Pf - (db/4) - 0.707\ a = 32.4 - (12.7/4) - (0.707 \times 7) = 24.276$ mm

$Ca = 1.13 \times 1.20 = 1.36$, $Cb = (bf / bp)^{1/2} = (100 / 200)^{1/2} = 0.707$

$Aw = (d - 2tf)\ tw = (200 - 2 \times 8) \times 5.5 = 1012\ mm^2$

$Af = 100 \times 8 = 800\ mm^2$

$Af / Aw = 800 / 1012 = 0.79$

$Pe / db = 24.276 / 12.7 = 1.91$

$\alpha m = Ca\ Cb\ (Af / Aw)^{1/3}\ (Pe / db)^{1/4} = 1.36 \times 0.707 \times 0.79^{1/3} \times 1.91^{1/4} = 1.045$

$Meu = 1/4\ \alpha m\ Ffu\ Pe = 1/4 \times 1.045 \times 129167.8 \times 24.276 = 819195.8$ N mm

Tebal pelat minimum:

$$tp = \sqrt{\frac{4 \times Meu}{0.90 Fybp}} = \sqrt{\frac{4 \times 819195.8}{0.90 \times 240 \times 200}} = 8.7 \text{ mm} < t_{pakai} = 10 \text{ mm} \quad \text{..... ok.}$$

Kuat tumpu pelat:

$a_e = 30$ mm

$\phi Rn1 = \phi\ 2d\ tp\ fu = 0.80 \times 2 \times 12.7 \times 10 \times 370 = 75184$ N (pakai) > Ru ..... **ok.**

$\phi Rn2 = \phi\ a_e\ tp\ fu = 0.80 \times 30 \times 10 \times 370 = 88800$ N

4. Perencanaan pelat dasar

$Nu = 3319.89$ kg $= 33198.9$ N

$f'c = 30$ MPa

$B = 200$ mm , $H = 300$ mm

$A_1 = B \times H = 200 \times 300 = 60000\ mm^2$ (anggap $A_2 = A_1$)

Kekuatan tumpu nominal:

$0.85\ f'c\ A_1 = 0.85 \times 30 \times 60000 = 1530000\ N$

$\phi\ Pp = 0.60 \times 1530000 = 918000\ N > Nu$ ..... **ok.**

Tebal pelat dasar:

$n = 0.5[200 - (0.8 \times 200)] = 20$ mm (menentukan)

$m = 0.5[300 - (0.95 \times 300)] = 7.5$ mm

$$tp = \sqrt{\frac{2Nu \times n^2}{BH(0.90)Fy}} = \sqrt{\frac{2 \times 33198.4 \times 20^2}{60000 \times 0.90 \times 240}} = 1.43 \text{ mm} < t_{pakai} = 12 \text{ mm}$$ .....**ok.**

Baut angkur: A307, fu = 413.7 MPa, d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2

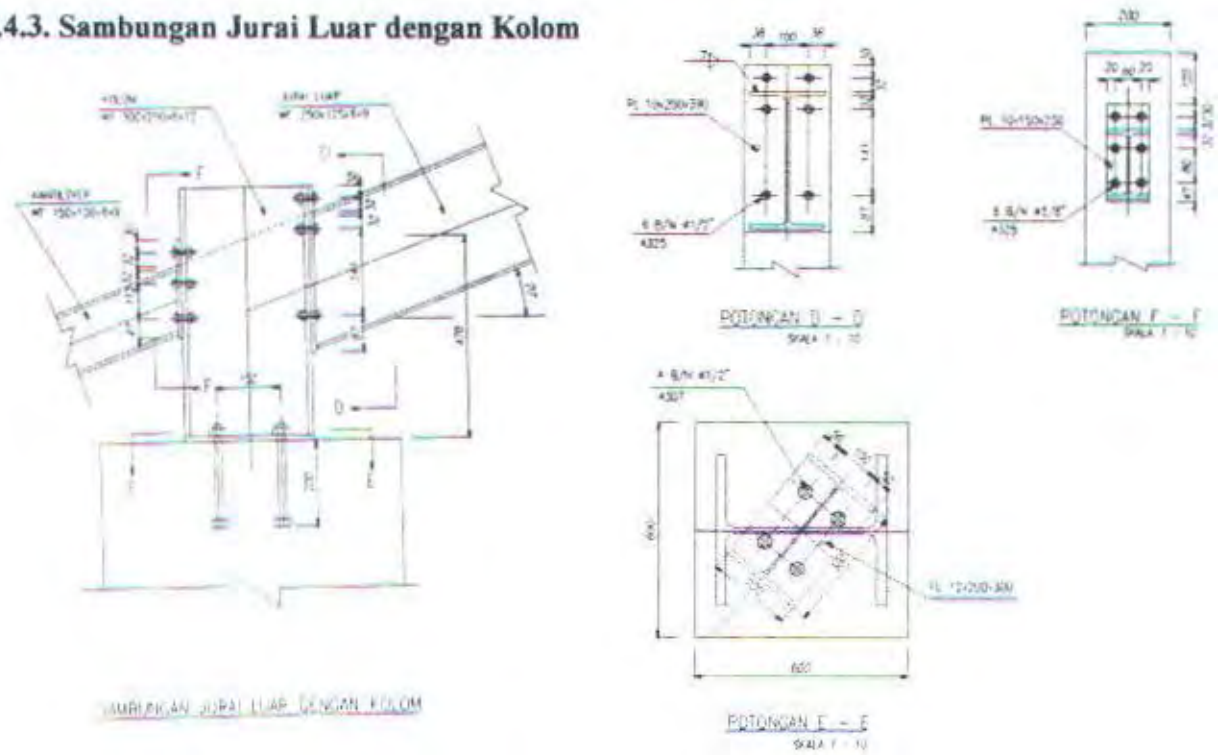
$\phi Rnv = 0.80 \times 0.40 \times 413.7 \times 126.7 = 16773\ N$

pakai n = 4 buah, Cv = 1.25, Hu = 3752.87 kg = 37528.7 N

$Ruv = (1.25 \times 37528.7) / 4 = 11717.7 < \phi Rnv$

Panjang angkur: Ldb = 12 d = 12 x 12.7 = 152.4 mm, pakai Ldb = 200 mm

7.4.3. Sambungan Jurai Luar dengan Kolom



Gambar 7.7. Model sambungan jurai luar dengan kolom

Beban berfaktor:

Mu = 435227.82 kg cm = 43522782 N mm

Ru = 2287.29 kg = 22872.9 N

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

Ruv = Ru / 6 = 22872.9 / 6 = 3812.15 N < ϕRnv ..... **ok.**

Kuat tarik nominal baut:

$\phi Rnt = \phi\ 0.75\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.75 \times 824.7 \times 126.7 = 62898.75$ N

Ffu = [Mu / (d - tf)]

= [43522782 / (250 - 9)]

= 180592.5 N

Rut = Ffu / 4 = 180592.5 / 4 = 45148 N < ϕRnt ..... **ok.**

Kombinasi geser dan tarik:

$$\left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 = \left(\frac{45148}{62898.95}\right)^2 + \left(\frac{3812.15}{33546}\right)^2 = 0.533 < 1$$ .....**ok.**

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Coba pelat ujung t = 10 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = (2 x 125) - 6 = 244 mm

$Ru_{(t)}$ = Ffu / Lw = 180592.5 / 244 = 740 N /mm

Kaki las perlu: te = 0.707 a

$\phi Rnw = 0.80\ te\ (0.60\ F_{EXX})$

$= 0.80 \times 0.707a \times 0.60 \times 482.65 = 163.8\ a\ N / mm$

a perlu = $Ru_{(t)} / \phi Rnw = 740 / 163.8 = 4.52$ mm

Pakai a = 7 mm, maka $\phi Rnw = 0.80 \times 0.707 \times 7 \times 0.60 \times 482.65 = 1146.55$ N/mm

Kuat patah geser pelat lapis/ujung:

$\phi Rnw = 0.8\ t\ (0.60\ Fu)$

$= 0.80 \times 10 \times 0.60 \times 370 = 1776\ N / mm > 1146.55\ N / mm$ ..... **ok.**

3. Kontrol Pelat Ujung (*end plate*)

Lebar pelat, bp = 200 mm

Lebar flens tarik balok, bf = 125 mm

Jarak baut efektif:

$Pf = db + 12.7 + a = 12.7 + 12.7 + 7 = 32.4$ mm

$Pe = Pf - (db/4) - 0.707\ a = 32.4 - (12.7/4) - (0.707 \times 7) = 24.276$ mm

$Ca = 1.13 \times 1.20 = 1.36$, $Cb = (bf / bp)^{1/2} = (125 / 200)^{1/2} = 0.791$

$Aw = (d - 2tf)\ tw = (250 - 2 \times 9) \times 6 = 1392\ mm^2$

$Af = 125 \times 9 = 1125\ mm^2$

$Af / Aw = 1125 / 1392 = 0.808$

$Pe / db = 24.276 / 12.7 = 1.91$

$\alpha m = Ca\ Cb\ (Af / Aw)^{1/3}\ (Pe / db)^{1/4} = 1.36 \times 0.791 \times 0.808^{1/3} \times 1.91^{1/4} = 0.979$

$Meu = 1/4\ \alpha m\ Ffu\ Pe = 1/4 \times 0.979 \times 180592.5 \times 24.276 = 1072999.55$ N mm

Tebal pelat minimum:

$$tp = \sqrt{\frac{4 \times Meu}{0.90 Fybp}} = \sqrt{\frac{4 \times 1072999.55}{0.90 \times 240 \times 200}} = 9.97 \text{ mm} < t_{pakai} = 10 \text{ mm} \quad \text{.....ok.}$$

Kuat tumpu pelat:

$a_c = 30$ mm

$\phi Rn1 = \phi\ 2d\ tp\ fu = 0.80 \times 2 \times 12.7 \times 10 \times 370 = 75184$ N (pakai) > Ru ...**ok.**

$\phi Rn2 = \phi\ a_c\ tp\ fu = 0.80 \times 30 \times 10 \times 370 = 88800$ N

4. Perencanaan pelat dasar

Nu = 5209.98 kg = 52099.8 N

f'c = 30 MPa

B = 200 mm , H = 300 mm

$A_1 = B \times H = 200 \times 300 = 60000$ mm^2 (anggap $A_2 = A_1$)

Kekuatan tumpu nominal:

$0.85\ f'c\ A_1 = 0.85 \times 30 \times 60000 = 1530000$ N

$\phi Pp = 0.60 \times 1530000 = 918000$ N > Nu ..... **ok.**

Tebal pelat dasar:

$$tp = \sqrt{\frac{2Nu \times n^2}{BH(0.90)Fy}} = \sqrt{\frac{2 \times 52099.8 \times 20^2}{60000 \times 0.90 \times 240}} = 1.8 \text{ mm} < t_{pakai} = 12 \text{ mm} \quad \text{.....ok.}$$

Baut angkur: A307, fu = 413.7 MPa, d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2

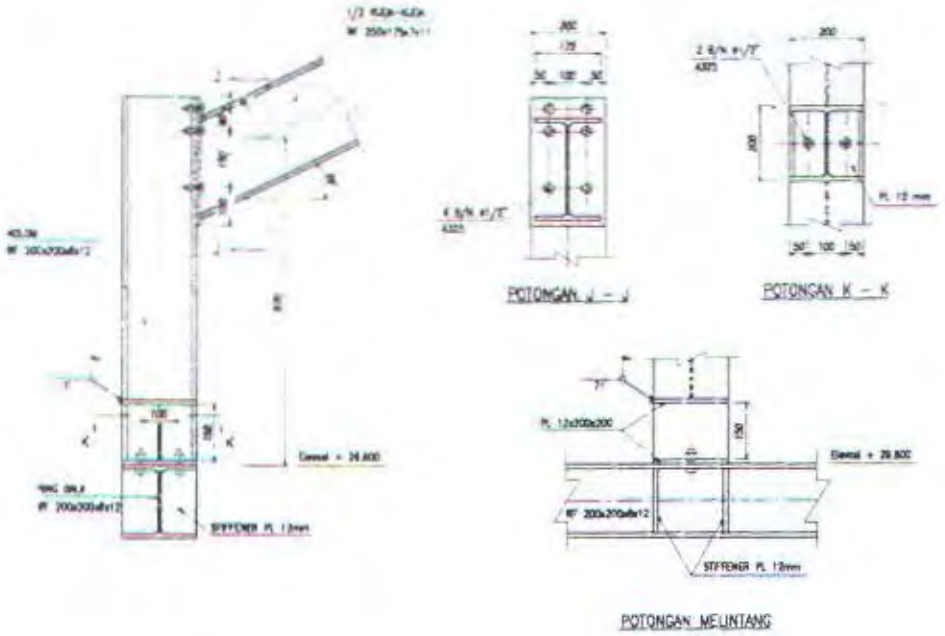
$\phi Rnv = 0.80 \times 0.40 \times 413.7 \times 126.7 = 16773$ N

pakai n = 4 buah, Cv = 1.25, Hu = 4174.17 kg = 41741.7 N

$Ruv = (1.25 \times 41741.7) / 4 = 13044.3$ N < ϕRnv

Panjang angkur: Ldb = 12 d = 12 x 12.7 = 152.4 mm, pakai Ldb = 200 mm

7.4.4. Sambungan 1/2 Kuda-Kuda dengan Kolom



Gambar 7.8. Model sambungan 1/2 kuda-kuda dengan kolom

Beban berfaktor:

Mu = 133783.05 kg cm = 13378305 N mm

Ru = 592.26 kg = 5922.6 N

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

Ruv = Ru / 6 = 5922.6 / 6 = 987.1 N < ϕRnv ..... **ok.**

Kuat tarik nominal baut:

$\phi Rnt = \phi\ 0.75\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.75 \times 824.7 \times 126.7 = 62898.75$ N

Ffu = [Mu / (d - tf)]

= [13378035 / (244 - 11)]

= 57417.6 N

Rut = Ffu / 4 = 57417.6 / 4 = 14354.4 N < ϕRnt ..... **ok.**

Kombinasi geser dan tarik:

$$\left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 = \left(\frac{14354.4}{62898.95}\right)^2 + \left(\frac{987.1}{33546}\right)^2 = 0.05 < 1 \quad \text{.....ok.}$$

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Coba pelat ujung t = 8 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = (2 x 175) - 7 = 343 mm

$Ru_{(t)}$ = Ffu / Lw = 57417.6 / 343 = 167.4 N /mm

Kaki las perlu: te = 0.707 a

ϕRnw = 0.80 te (0.60 F_{EXX})

= 0.80 x 0.707a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 167.4 / 163.8 = 1.022 mm

Pakai a = 7 mm, maka ϕRnw = 0.80 x 0.707 x 7 x 0.60 x 482.65 = 1146.55 N/mm

Kuat patah geser pelat lapis/ujung:

ϕRnw = 0.8 t (0.60 Fu)

= 0.80 x 8 x 0.60 x 370 = 1420.8 N / mm > 1146.55 N / mm ..... **ok.**

3. Kontrol Pelat Ujung (*end plate*)

Lebar pelat, bp = 200 mm

Lebar flens tarik balok, bf = 175 mm

Jarak baut efektif:

$Pf = db + 12.7 + a = 12.7 + 12.7 + 7 = 32.4$ mm

$Pe = Pf - (db/4) - 0.707\,a = 32.4 - (12.7/4) - (0.707 \times 7) = 24.276$ mm

$Ca = 1.13 \times 1.20 = 1.36$, $Cb = (bf / bp)^{1/2} = (175 / 200)^{1/2} = 0.935$

$Aw = (d - 2tf)\,tw = (244 - 2 \times 11) \times 7 = 1554$ mm^2

$Af = 175 \times 11 = 1925$ mm^2

$Af / Aw = 1925 / 1554 = 1.24$

$Pe / db = 24.276 / 12.7 = 1.91$

$\alpha m = Ca\,Cb\,(Af / Aw)^{1/3}\,(Pe / db)^{1/4} = 1.36 \times 0.935 \times 1.24^{1/3} \times 1.91^{1/4} = 1.606$

$Meu = 1/4\,\alpha m\,Ffu\,Pe = 1/4 \times 1.606 \times 57417.6 \times 24.276 = 559638.67$ N mm

Tebal pelat minimum:

$$tp = \sqrt{\frac{4 \times Meu}{0.90 Fybp}} = \sqrt{\frac{4 \times 559638.67}{0.90 \times 240 \times 200}} = 7.2 \text{ mm} < t_{pakai} = 8 \text{ mm} \quad \textbf{.....ok.}$$

Kuat tumpu pelat:

$a_e = 30$ mm

$\phi Rn1 = \phi\,2d\,tp\,fu = 0.80 \times 2 \times 12.7 \times 8 \times 370 = 60147.2$ N (pakai) > Ru **...ok.**

$\phi Rn2 = \phi\,a_e\,tp\,fu = 0.80 \times 30 \times 8 \times 370 = 71040$ N

3. Perencanaan pelat tumpu

$Nu = 1408.95$ kg $= 14089.5$ N

$Ru = 1537.74$ kg $= 15377.4$ N

$B = H = 200$ mm, sehingga $B \times H = 200 \times 200 = 40000$ mm^2

Balok penumpu pakai WF 200x200x8x12 , dengan $k = 25$ mm dan $d = 200$ mm

Kuat tumpu nominal pelat sayap:

$\phi Rb = \phi\ 6.25\ tf^2\ fy$

$= 0.90 \times 6.25 \times 12^2 \times 240 = 194400\ N > Pu$ .... **ok.**

Kuat pelat badan nominal terhadap leleh: N = 200 mm

$\phi Rb = \phi\ (5k + N)\ fy\ tw$

$= 0.90\ [(5 \times 25) + 200] \times 240 \times 8 = 561600\ N > Pu$ .... **ok.**

Kuat tekuk dukung nominal pelat badan:

$$\phi Rb = \phi\ 0.79\ tw^2\ [1 + 3(N/d)\ (tw/tf)^{1.5}]\ \sqrt{\frac{Efytf}{tw}}$$

$$= 0.90 \times 0.79 \times 8^2\ [1 + 3(200/200)\ (8/12)^{1.5}]\ \sqrt{\frac{2.1 \times 10^5 \times 240 \times 12}{8}}$$

$= 1041742\ N > Nu$ .....**ok.**

Tebal pelat tumpu:

$p = Nu / (B \times H) = 14089.5 / 40000 = 0.35$

$$t = \sqrt{\frac{2p(B/2 - k)^2}{\phi Fy}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.35[(200/2) - 25]^2}{0.90 \times 240}} = 4.27\ mm$$, pakai t = 12 mm

Baut : $\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456\ N$

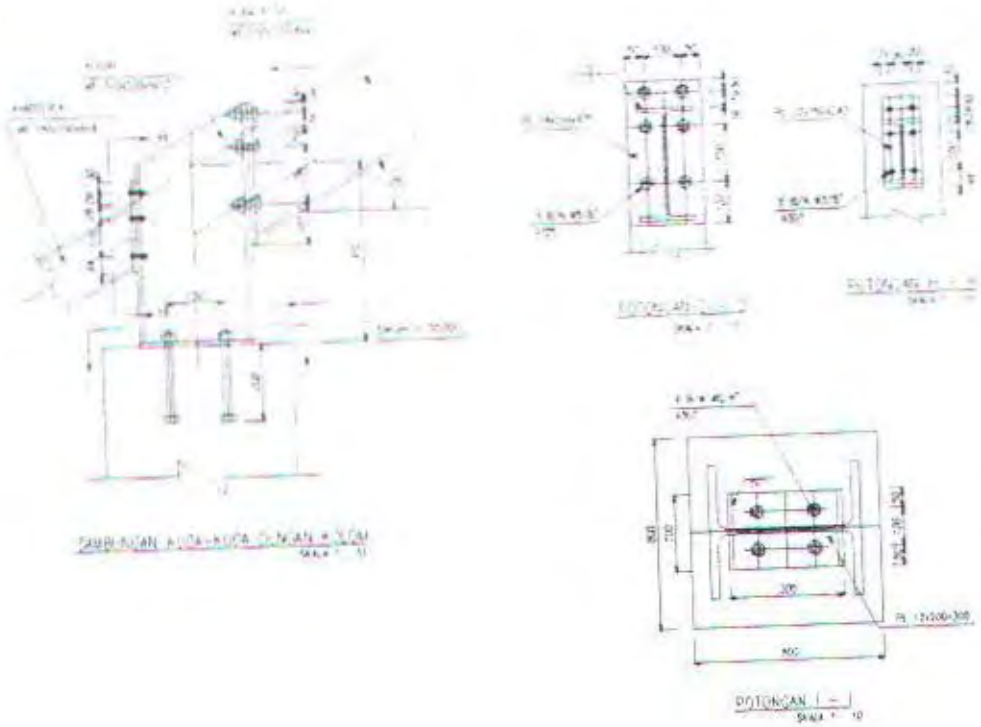
$Ruv = 15377.4 / 2 = 7688.7\ N < \phi Rnv$

7.4.5. Sambungan Kuda-Kuda dengan Kolom

Beban berfaktor:

$Mu = 617954.67\ kg\ cm = 61795467\ N\ mm$

$Ru = 3746.21\ kg = 37462.1\ N$



Gambar 7.9. Model sambungan kuda-kuda dengan kolom

1. Sambungan Baut

d = 5/8" = 15.875 mm, Ag = 197.9 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 197.9 \times 824.7 = 52226.6$ N

Ruv = Ru / 6 = 37462.1 / 6 = 6243.7 N < ϕRnv .....**ok.**

Kuat tarik nominal baut:

$\phi Rnt = \phi\ 0.75\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.75 \times 197.9 \times 824.7 = 97924.9$ N

Ffu = [Mu / (d - tf)]

= [61795467 / (250 - 9)]

= 256412.73N

Rut = Ffu / 4 = 256412.73 / 4 = 64103.2 N < ϕRnt .....**ok.**

Kombinasi geser dan tarik:

$$\left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 = \left(\frac{641032}{97924.9}\right)^2 + \left(\frac{62437}{52226.6}\right)^2 = 0.444 < 1 \quad \text{....ok.}$$

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Coba pelat ujung t = 14 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = (2 x 125) - 6 = 244 mm

$Ru_{(t)}$ = Ffu / Lw = 256412.73 / 244 = 1050.9 N /mm

Kaki las perlu: te = 0.707 a

$\phi Rnw = 0.80\ te\ (0.60\ F_{EXX})$

$= 0.80 \times 0.707a \times 0.60 \times 482.65 = 163.8\ a$ N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 1050.9 / 163.8 = 6.4 mm

Pakai a = 7 mm, maka $\phi Rnw = 0.80 \times 0.707 \times 7 \times 0.60 \times 482.65 = 1146.55$ N/mm

Kuat patah geser pelat lapis:

$\phi Rnw = 0.8\ t\ (0.60\ fu)$

$= 0.80 \times 14 \times 0.60 \times 370 = 2486.4$ N / mm > 1146.55 N / mm ..... **ok.**

3. Kontrol Pelat Ujung (*end plate*)

Lebar pelat, bp = 200 mm

Lebar flens tarik balok, bf = 125 mm

Jarak baut efektif:

Pf = db + 12.7 + a = 15.875 + 12.7 + 7 = 35.575 mm

Pe= Pf - (db/4) - 0.707 a = 35.575 - (15.875/4) - (0.707 x 7) = 26.66 mm

Ca = 1.13 x 1.20 = 1.36 , $Cb = (bf / bp)^{1/2} = (125 / 200)^{1/2} = 0.79$

$Aw = (d - 2tf)\, tw = (250 - 2 \times 9) \times 6 = 1392\ mm^2$

$Af = 125 \times 9 = 1125\ mm^2$

$Af / Aw = 1125 / 1392 = 0.808$

$Pe / db = 26.66 / 15.875 = 1.68$

$\alpha m = Ca\ Cb\ (Af / Aw)^{1/3}\ (Pe / db)^{1/4} = 1.36 \times 0.79 \times 0.808^{1/3} \times 1.68^{1/4} = 1.14$

$Meu = 1/4\ \alpha m\ Ffu\ Pe = 1/4 \times 1.14 \times 256412.73 \times 26.66 = 1948249.6\ N\ mm$

Tebal pelat minimum:

$$tp = \sqrt{\frac{4 \times Meu}{0.90 Fybp}} = \sqrt{\frac{4 \times 1948249.6}{0.90 \times 240 \times 200}} = 13.43\ mm < t_{pakai} = 14\ mm \quad \text{..... ok.}$$

Kuat tumpu pelat:

$a_e = 30\ mm$

$\phi Rn1 = \phi\ 2d\ tp\ fu = 0.80 \times 2 \times 15.875 \times 14 \times 370 = 131572\ N$

$\phi Rn2 = \phi\ a_e\ tp\ fu = 0.80 \times 30 \times 14 \times 370 = 124320\ N$ (pakai) > Ru ..... **ok.**

4. Perencanaan pelat dasar

$Nu = 11289.89\ kg = 112898.9\ N$

$f'c = 30\ MPa$

$B = 200\ mm$, $N = 300\ mm$

$A_1 = B \times H = 200 \times 300 = 60000\ mm^2$ (anggap $A_2 = A_1$)

Kekuatan tumpu nominal:

$0.85\ f'c\ A_1 = 0.85 \times 30 \times 60000 = 1530000\ N$

$\phi\ Pp = 0.60 \times 1530000 = 918000\ N > Nu$ ..... **ok.**

Tebal pelat dasar:

$n = 0.5[200 - (0.8 \times 200)] = 20\ mm$ (menentukan)

m = 0.5[300 - (0.95 x 300)] = 7.5 mm

$$tp = \sqrt{\frac{2Nu \times n^2}{BH(0.90)Fy}} = \sqrt{\frac{2 \times 112898.9 \times 20^2}{60000 \times 0.90 \times 240}} = 2.64 \text{ mm} < t_{pakai} = 12 \text{ mm} \quad \text{.....ok.}$$

Baut angkur: A307, fu = 413.7 MPa, d = 5/8" = 15.875 mm, Ag = 197.9 mm^2

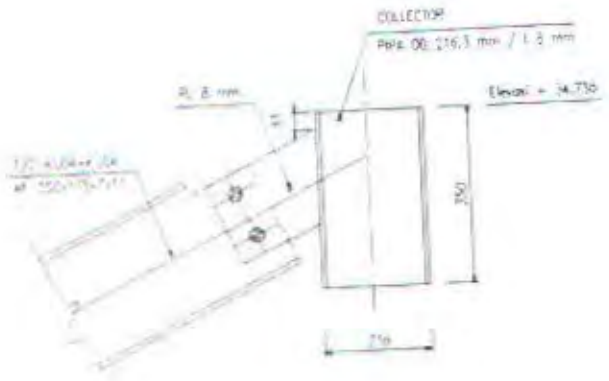
$\phi Rnv = 0.80 \times 0.40 \times 413.7 \times 197.9 = 26198.8$ N

pakai n = 4 buah, Cv = 1.25, Hu = 8153.88 kg = 81538.8 N

Ruv = (1.25 x 81538.8) / 4 = 25480.9 < ϕRnv

Panjang angkur: Ldb = 12 d = 12 x 15.875 = 190.5 mm, pakai Ldb = 200 mm

7.4.6. Sambungan 1/2 Kuda-Kuda dengan Kuda-Kuda



Gambar 7.10. Model sambungan 1/2 kuda-kuda dengan kuda-kuda

Beban berfaktor:

Vu = 715.63 kg = 7156.3 N

Nu = -1392.48 kg = -13924.8 N

Ru = Vu + Nu = 21081.1 N

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

d = 1/2" = 12.7 mm, Ag = 126.7 mm^2 , fu = 827.4 MPa

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

Ruv = Ru / 2 = 21081.1 / 2 = 10540.55 N < ϕRnv ..... **ok.**

Kontrol kuat tumpu pelat lapis: tp = 8 mm , fu = 370 Mpa

a_e = 30 mm

$\phi Rn1 = \phi 2d\ tp\ fu = 0.80 \times 2 \times 1.27 \times 8 \times 370 = 60147.2$ N (pakai) > Ruv .....**ok.**

$\phi Rn2 = \phi\ a_e\ tp\ fu = 0.80 \times 30 \times 8 \times 370 = 71040$ N

Kuat geser pelat badan:

diameter lubang = d + 2 mm = 12.7 + 2 = 14.7 mm (Konsep SNI 1997 - 14.5.3.2.)

Avg = 80 x 7 = 560 mm^2

Ant = (30 - 12.7/2) x 7 = 165.55 mm^2

Ans = [(80 - (2 x 12.7)] x 7 = 382.2 mm^2

Agt = 30 x 7 = 210 mm^2

$\phi Rn = \phi[0.6\ fy\ Avg + fu\ Ant]$

$= 0.75[(0.6 \times 240 \times 560)+(370 \times 165.55)] = 106420.125$ N (pakai) > Ru ...**ok.**

$\phi Rn = \phi[0.6\ fu\ Ans + fy\ Agt]$

$= 0.75[(0.6 \times 370 \times 382.2) + (240 \times 210)] = 101426.3$ N

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Pelat lapis t = 8 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = 2 x 200 = 400 mm

Eksentrisitas: e = 150

Inersia polar: $Ip = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} = \frac{200\left[\left(3 \times 8^2\right) + 200^2\right]}{6} = 1339733 \text{ mm}^4$

Gaya geser:

Ruv = Ru / Lw = 21081.1 / 400 = 52.7 N /mm

Gaya tarik:

Rutx = (Vu e y / Ip)

= [(7156.3 x 150 x 100) / 1339733] = 80.12 N / mm

Ruty = Vu e x / Ip

= [(7156.3 x 150 x 4) / 1339733] = 3.2 N / mm

Resultan gaya:

$Ru_{(t)} = \sqrt{(80.12)^2 + (52.7 + 3.2)^2} = 97.7 \text{ N / mm}$

Kaki las perlu: te = 0.707 a

$\phi Rnw = 0.80 \text{ te } (0.60 F_{EXX})$

= 0.80 x 0.707a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 97.7 / 163.8 = 0.6 mm

Pakai a = 7 mm, maka ϕRnw = 0.80 x 0.707 x 7 x 0.60 x 482.65 = 1146.55 N/mm

Kuat patah geser pelat lapis:

$\phi Rnw = 0.80\ t\ (0.60\ fu)$

$= 0.80 \times 8 \times 0.60 \times 370 = 1420.8\ N/mm > 1146.55\ N/mm$ .... **ok.**

7.4.7. Sambungan Jurai Luar dengan Kuda-Kuda

Beban berfaktor:

$Vu = 712.24\ kg = 7122.4\ N$

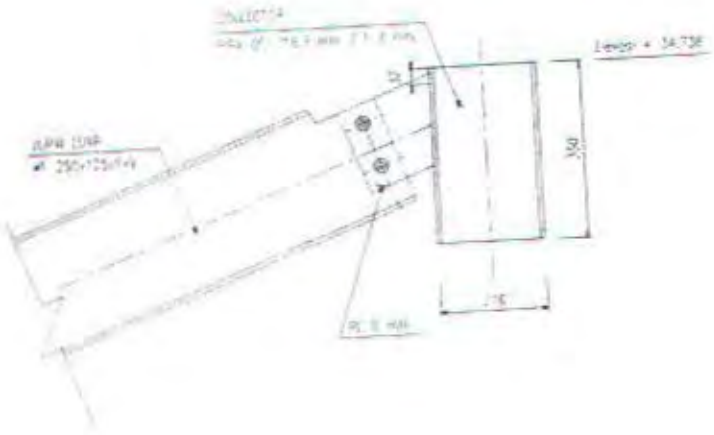
$Nu = -4206.54\ kg = -42065.4\ N$

$Ru = Vu + Nu = 49277.8\ N$

1. Sambungan Baut

Coba pakai baut A325 tipe tumpu :

$d = 1/2" = 12.7\ mm$, $Ag = 126.7\ mm^2$, $fu = 827.4\ MPa$



Gambar 7.11. Model sambungan jurai luar dengan kuda-kuda

Kuat geser nominal baut:

$\phi Rnv = \phi\ 0.40\ fu\ Ag = 0.80 \times 0.40 \times 824.7 \times 126.7 = 33456$ N

$Ruv = Ru / 2 = 49277.8 / 2 = 24638.9\ N < \phi Rnv$ ..... **ok.**

Kontrol kuat tumpu pelat lapis: tp = 8 mm , fu = 370 Mpa

$a_c = 30$ mm

$\phi Rn1 = \phi 2d\ tp\ fu = 0.80 \times 2 \times 1.27 \times 8 \times 370 = 60147.2$ N (pakai) > Ruv .....**ok.**

$\phi Rn2 = \phi\ a_c\ tp\ fu = 0.80 \times 40 \times 8 \times 370 = 94720$ N

Kuat geser pelat badan:

diameter lubang = d + 2 mm = 12.7 + 2 = 14.7 mm (Konsep SNI 1997 - 14.5.3.2.)

$Avg = 80 \times 6 = 480\ mm^2$

$Ant = (30 - 12.7/2) \times 6 = 141.9\ mm^2$

$Ans = [(80 - (2 \times 12.7)] \times 6 = 327.6\ mm^2$

$Agt = 30 \times 6 = 180\ mm^2$

$\phi Rn = \phi[0.6\ fy\ Avg + fu\ Ant]$

$= 0.75[(0.6 \times 240 \times 480) + (370 \times 141.9)] = 91217.25$ N

$\phi Rn = \phi[0.6\ fu\ Ans + fy\ Agt]$

$= 0.75[(0.6 \times 370 \times 327.6) + (240 \times 180)] = 86945.4$ N (pakai) > Ru ..... **ok.**

2. Sambungan Las

F_{EE} E70 xx = 70 ksi = 482.65 MPa

Pelat lapis t = 8 mm, fu = 370 MPa

Panjang las , Lw = 2 x 190 = 380 mm

Eksentrisitas: e = 160

Inersia polar: $Ip = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} = \frac{190\left[\left(3 \times 8^2\right) + 190^2\right]}{6} = 1149247 \text{ mm}^4$

Gaya geser:

Ruv = Ru / Lw = 49277.8 / 380 = 129.7 N /mm

Gaya tarik:

Rutx = (Vu e y / Ip)

= [(7122.4 x 115 x 95) / 1149247] = 67.7 N/mm

Ruty = Vu e x / Ip

= [(7122.4 x 115 x 4) / 1149247] = 2.85 N/mm

Resultan gaya:

$Ru_{(t)} = \sqrt{(67.7)^2 + (129.7 + 2.85)^2} = 148.82 \text{ N / mm}$

Kaki las perlu: te = 0.707 a

$\phi Rnw = 0.80 \text{ te } (0.60 F_{EXX})$

= 0.80 x 0.707a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N / mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕRnw = 148.82 / 163.8 = 0.91 mm

Pakai a = 7 mm, maka ϕRnw = 0.80 x 0.707 x 7 x 0.60 x 482.65 = 1146.55 N/mm

Kuat patah geser pelat lapis:

$\phi Rnw = 0.80 \text{ t } (0.60 \text{ fu})$

= 0.80 x 8 x 0.60 x 370 = 1420.8 N / mm > 1146.55 N / mm .... **ok.**

7.5. Sambungan balok anak ke balok induk

Pakai baut A325 tipe tumpu:

ϕ = 3/8" = 9.875 mm, fu = 827 Mpa , Ag = 71.26 mm^2

ϕ Rnv = 0.90 (0.40 fu Ag)

= 0.90 x 0.40 x 827 x 71.26 = 21214 N = 2121.4 kg

Ru = 5030 kg = 50300N

Ruv = 5020/3 = 1676 kg < ϕRnv ..... **ok.**

Kontrol tebal siku:

ϕ Rn1 = ϕ 2d tp fu

= 0.80 x 2 x 2.925 x 10 x 370 = 56388 N (menentukan) > Ru ..... **ok.**

ϕ Rn2 = ϕ ae tp fu = 0.80 x 30 x 8 x 370 = 71040 N

Kontrol pelat badan:

d lubang = 9.525 + 2 = 11.525 mm

Avg = 130 x 6 = 780 mm^2

Ant = (35 - 11.525/2) x 6 = 175.425 mm^2

Ans = [135 - (3 x 11.525)] x 6 = 572.55 mm^2

Atg = 35 x 6 = 210 mm^2

ϕ Rn1 = $0.75\left[0.75\times\left(0.6\times 240\times 780\right)+\left(370\times 175.425\right)\right]$ = 132920 N > Ru .....**ok**

ϕ Rn2 = $0.75\ \left[\left(0.6\times 370\times 572.55\right)+\left(240\times 210\right)\right]$ = 133129.5 N

Sambungan Las:

e = 45 mm, Lw = 140 mm , Ip = 1/12 x 140^3 = 228666.67 mm^4

Geser : Ruv = Ru/ Lw = 50300 / 140 = 359.3 N / mm

Tarik : Ruyx = Ru e y / Ip

= (50300 x 45 x 70) / 228666.67 = 692.9 N/mm

$Ru_{(t)} = \sqrt{(692.9)^2 + (359.3)^2} = 780.5$ N/mm

Kaki las perlu: te = 0.707 a

ϕ Rnw = 0.80 te (0.60 F_{EXX})

= 0.80 x 0.707 x a x 0.60 x 482.65 = 163.8a N/mm

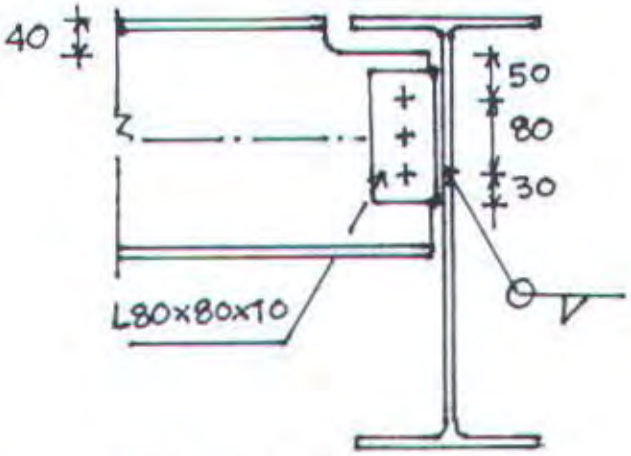
a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕ Rnw = 780.5 / 163.8a = 4.76 mm

dipakai a = 6 mm, ϕ Rnw = 0.80 x 0.707 x 6 x 0.60 x 482.65 = 982.75 N/mm

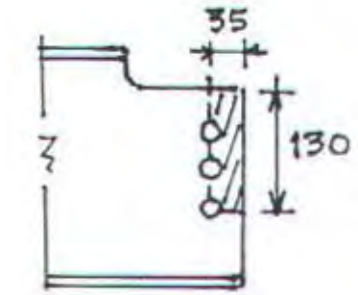
Kuat patah geser siku - siku :

ϕ Rnw = 0.80 t (0.60 fu)

= 0.80 x 10 x 0.60 x 370 = 1776 N/mm > 982.75 N/mm ..... **ok**



TAMPANG SAMBUNGAN



BLOK GESER

7.6. Sambungan balok induk ke kolom

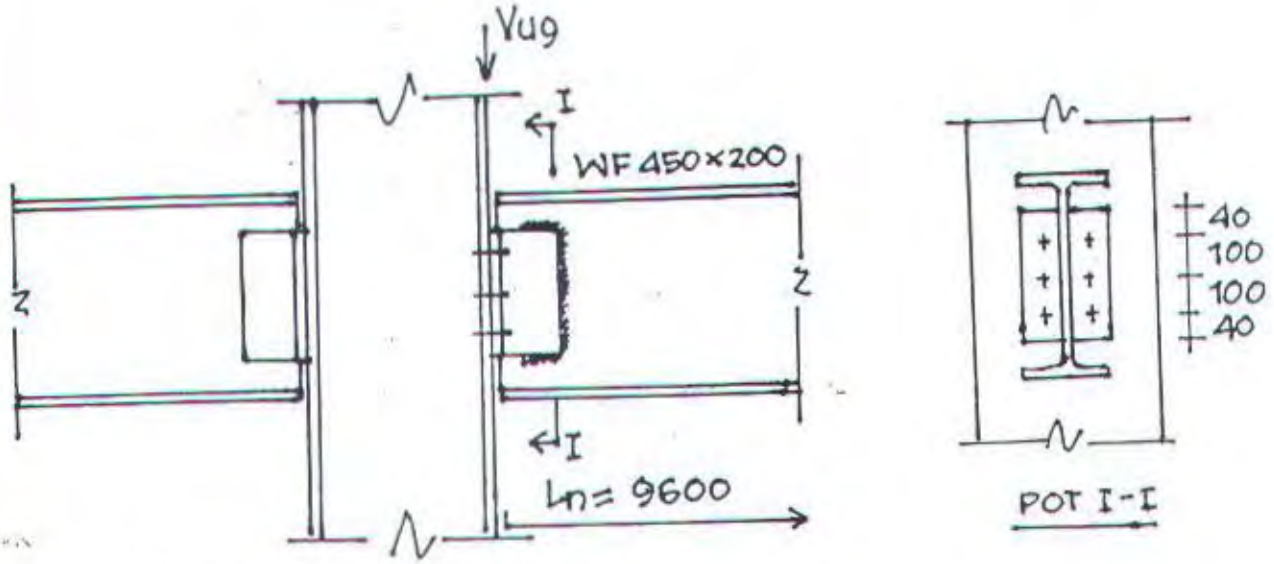
Mpka = Mpki = fy Zx = 2400 x 1621

= 38904000 kg cm

Vug = 20.290 ton

$$Vu = 0.9\left(\frac{Mpka + Mpki}{l.n}\right) + 1.05\ Vg = 0.9\left(\frac{2 \times 3890400}{960}\right) + 1.05 \times 20290$$

$$= 28599 \text{ kg}$$



TAMPANG SAMBUNGAN

Pakai A 325 - ϕ 5/8" (15.875 mm), Ag = 197.9 mm^2

ϕ Rnv = 0.90 (0.40 fu Ag)

= 0.90 x 0.40 x 827 x 797.9

= 58928.5 N = 5892.85 kg

$$Ruv = \frac{28599}{3 \times 2} = 4766.5 \text{ kg} < \phi \text{ Rnv} \quad \text{..... ok}$$

Kontrol tebal siku - siku : L 150x150x19

ϕ Rnl = ϕ d tp fu

= 0.80 x 2 x 15.875 x (2 x 9) x 370 = 357124 N = 35712.4 kg > Ru

ϕ Rn2 = ϕ ae tp fu

= 0.80 x 40 x 370 x (2 x 9) = 449920 N = 44992 kg

Sambungan Las

Vu =1/2 x 28599 = 14299.5 kg

Lw = (280+200) = 480 mm

F_{70XX} = 482.65 Mpa

titik pusat : x = 100^2 / (2 x 100 + 280) = 20.83 mm

y =140 mm

e = 150 - 20.83 = 129.17 mm

$$Ip = 1/12\ (8b^3 + 6\ bd^2 + 8d^3) - \left[\frac{b^4}{(2d+b)}\right]$$

$$= 1/12\ \left[\left(8\times 100^3\right)+\left(6\times 100\times 280^2\right)+\left(8\times 280^3\right)\right]-\left[\frac{100^4}{2\times 280+100}\right]$$

= 6264484.8 mm^4

Akibat gaya geser :

Ruv = 142995 / 480 = 297.9 n/mm

Akibat gaya tarik:

Rutx = Vu e y /Ip

= (142995 x 129.17 x 240) / 6264484.8 = 707.6 N/mm

Ruty = Vu e x / Ip

= (142995 x 129.17 x 20.83) / 6264484.8 = 61.4 N / mm

Resultan gaya:

$Ru_{(t)} = \sqrt{(707.6)^2 + (297.9 + 61.4)^2} = 793.6$ N/mm

Kaki las perlu

ϕ Rnw = 0.80 te (0.60 F_{EXX})

= 0.80 x 0.707 a x 0.60 x 482.65 = 163.8 a N/mm

a perlu = $Ru_{(t)}$ / ϕ Rnw = 793.6 / 163.8 = 4.84 mm

pakai a = 7 mm, ϕ Rnw = 1146.55 N/mm

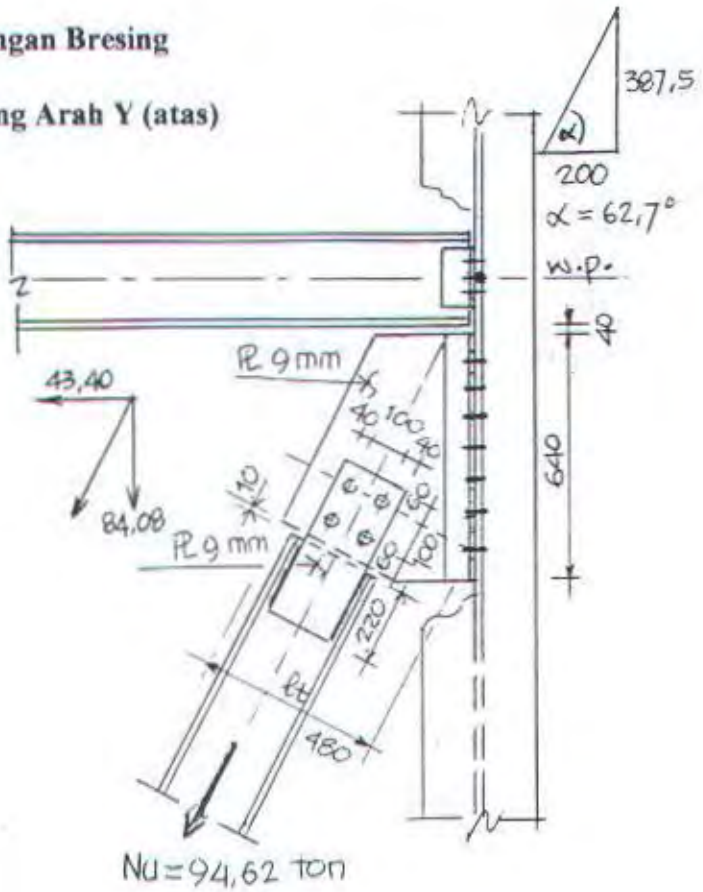
Kontrol kuat patah siku - siku : t = 19 mm

ϕ Rn_w = 0.80 t (0.60 fu)

= 0.80 x 19 x 0.60 x 370 = 3374.4 N/mm > 1146.55 N/mm ..... **ok**

7.7. Sambungan Bresing

7.7.1. Bresing Arah Y (atas)



Dari SAP90: Nu = 94.62 ton

Sambungan baut :

A325 ϕ 3/4" (19.05 mm) , Ag = 285 mm^2 , fu = 827 Mpa

ϕRnt = 0.8 (0.75.Ag.fu)

= 0.80 x 0.75 x 285 x 827

= 141417 N

Jumlah baut (geser penampang ganda)

$$n = \frac{Nu}{2 \times \phi.Rnt} = \frac{946200}{2 \times 141417} = 3.35 \approx 4 \text{ buah}$$

Kontrol pelat:

pelat lapis

d = 3/4" + 2 mm = 21 mm

Avg = 220 x 9 = 1980 mm^2

Ant = (180-2x 21) x 9 = 1241 mm^2

Ans = (220 - 3x21) x 9 = 1413 mm^2

Atg = 180 x 9 = 1620 mm^2

ϕRn1 = 0.75 [(0.6 x 240 x 1980) + (370 x 1241)] = 558495 N (menentukan)

ϕRn2 = 0.75 [(0.6 x 370 x 1413) + (240 x 1620)] = 526864.5 N

ternyata ϕ Rn1= 558495 N = 55.84945 ton > Nu/2 (94.62/2 = 47.31 ton)

pelat buhul

lt = 480 mm

Avg = 160 x 9 = 1440 mm^2

Ant = (480-2x21) x 9 = 3942 mm^2

Ans = (160-3x21)x 9 = 873 mm^2

Atg = 480 x 9 = 4320 mm^2

ϕRn1 = 0.75 [(0.6 x 240 x 1440) + (370 x 3942)] = 1249425 N (menentukan)

ϕRn2 = 0.75 [(0.6 x 370 x 873) + (240 x 4320)] = 922954.5 N

ternyata = ϕ Rn1 = 1249425 N = 124.9425 ton > Nu (94.62 ton) .....**ok.**

Sambungan las:

ϕ Rnw F_{70XX} = 163.8 N / mm

Akibat gaya tarik:

$$Rut = \frac{946200 / 2}{2 \times 220} = 1075.23 \text{ N/mm}$$

a perlu = Rut / ϕRnw = 1075.23 / 163.8 = 6.56 mm

pakai a = 7 mm , ϕRnw = 163.8 x 7 = 1146.6 N/mm

Kuat patah logam dasar :

ϕ Rnw = 0.80 t (0.60 fu)

= 0.80 x 9 x 0.60 x 370 = 1598.4 Nmm > 1146.6 N/mm .....**ok**

Sambungan baut ke kolom:

A325 - ϕ 3/4" (19.05 mm), Ag = 285 mm^2 , fu = 827 Mpa

ϕ Rnv = 0.90 (0.4 fu Ag) = 0.90 x 0.40 x 827 x 285 = 84850.2 N

Ruv = Nu / n = 840800 / 14 = 60057 N < ϕRnv .....**ok**

ϕ Rnt = 0.90 (0.75.Ag.fu) = 0.90 x 0.75 x 285 x 827 = 159094 N

Momen akibat eksentrisitas:

e_x = 50 mm , e_y = 360 mm

Mu = ($Nu.e_x$) + ($Vu.e_y$) = (840800 x 50) + (434000 x 360) = 198280000 Nmm

$\Sigma y^2 = 90^2 + 180^2 + 270^2 + 360^2 + 540^2 + 630^2 = 664200 \text{ mm}^2$

$y = 630$ mm

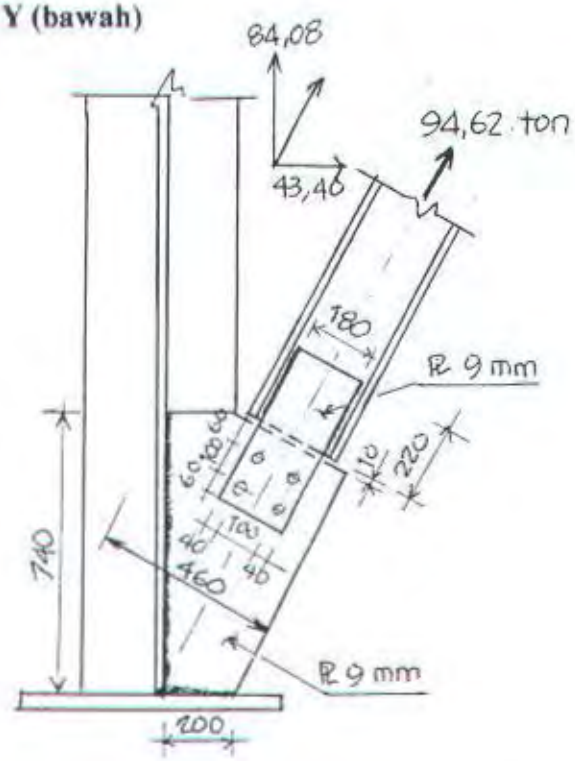
$Rut = Mu\ y / n \Sigma y^2$

$= (198280000 \times 630) / (2 \times 664200) = 94035.23 \text{ N} < \phi Rnt$ ..... **ok**

Kombinasi geser dan tarik :

$$\left(\frac{Rut}{\phi . Rnt}\right)^2 + \left(\frac{Ruv}{\phi . Rnv}\right)^2 = \left(\frac{94035.23}{159094}\right)^2 + \left(\frac{60057}{84850.2}\right)^2 = 0.85 < 1 \quad \text{.....ok}$$

7.7.2. Bresing Arah Y (bawah)



Sambungan baut:

A325 - ϕ3/4 (19.05 mm), luas $Ag = 285 \text{ mm}^2$, $fu = 827$ Mpa

$\phi Rnt = 0.80(0.75\ Ag\ fu)$

$= 0.80 \times 0.75 \times 285 \times 827 = 141417$ N

Jumlah baut (geser penampang ganda)

$n = Nu / 2\phi Rnt = 946200 / (2 \times 141417) = 3.35$ pakai 4 buah

Kontrol pelat:

pelat lapis

d= 3/4" + 2 mm = 21 mm

Avg = 220 x 9 = 1980 mm^2

Ant = (180 - 2x21) x 9 = 1242 mm^2

Ans = (220 - 3x21) x 9 = 1413 mm^2

Atg = 180 x 9 = 1620 mm^2

ϕ Rn1 = 0.75 [(0.6 x 240 x 1980) + (370 x 1242)] = 558495 N (menentukan)

ϕ Rn2 = 0.75 [(0.6 x 370 x 1413) + (240 x 1620)] = 526864.5 N

ternyata :

ϕ Rn1 = 558495 N = 55.8495 ton > Nu/2 (94.62/2 = 47.32 ton) .....**ok**

pelat buhul

lt = 520 mm

Avg = 160 x 9 = 1440 mm^2

Ant = (460 - 2x18) x 9 = 3816 mm^2

Ans = (160 - 3x18) x 9 = 954 mm^2

Atg = 460 x 9 = 4140 mm^2

ϕRn1 = 0.75 [(0.6 x 240 x 1440) + (370 x 3816)] = 1214460 N (menentukan)

ϕ Rn2 = 0.75 [(0.6 x 370 x 954) + (240 x 4140)] = 904091 N

ternyata:

ϕ Rn1 = 1214460 N = 121.446 ton > Nu (94.62 ton) ..... **ok.**

Lwx = 200 mm

Lwy = 740 mm

Akibat geser :

Ruvx = (1/2 x 434000) / 200 = 1085 N/mm

Ruvy = (1/2 x 840800) / 740 = 568.11 N/mm

Akibat tarik:

$$Ip = \frac{(200+740)^4 - (6 \times 200^2 \times 740^2)}{12(200+740)} = 57564269.5 \text{ mm}^3$$

x = 200^2 / [2 x (200 + 740)] = 21.28 mm

y = 740^2 / [2 x (200 + 740)] = 291.28 mm

Rutx = (1/2 x 840400 x 21.28 x 291.28) / 5764269.5 = 45.27 N / mm

Ruty = (1/2 x 434000 x 291.28 x 21.28) / 5764269.5 = 23.37 N / mm

Resultan gaya:

$$Rut = \sqrt{(1085+45.27)^2 + (568.11+23.37)^2} = 1275.68 \text{ N / mm}$$

a perlu = 1275.68 / 163.8 = 7.79 mm

pakai a = 8 mm , maka ϕ Rnw = 163.8 x 8 = 1310.4 N/mm

Kuat patah logam dasar:

ϕ Rnw = 0.80 x 9 x 0.6 x 370 = 1598.4 N/mm > 1310.4 N/mm ..... **ok**

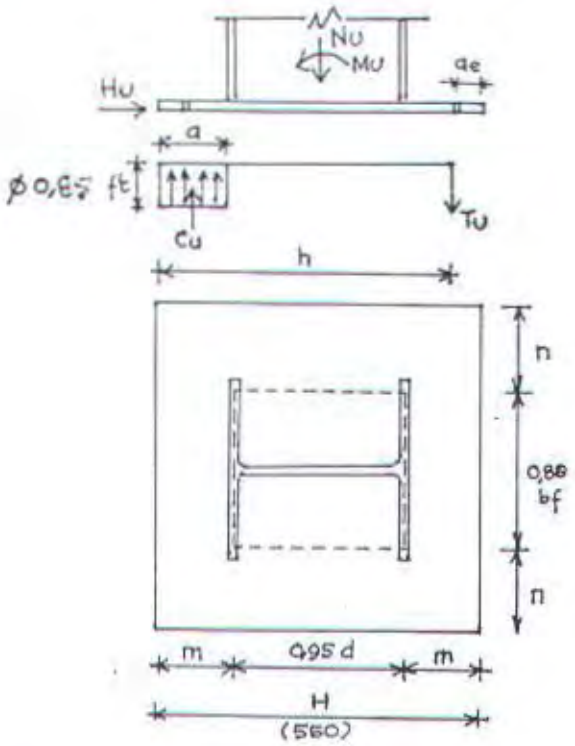
7.8. Pelat dasar kolom

7.8.1. Kolom 50 x 50 cm (WF 300 x 300 x 10 x 15)

Mu = 28.2129 ton-m = 282129000 N-mm

Nu = 65.8309 ton = 658309 N

Hu = 5.4394 ton = 54394 N



Coba B = H = 550 mm

e = Mu/Nu = 282129000 / 658309 = 428.57 mm > H/6 = 91.67 mm

Pakai db = 1" = 25.4 mm

a_e = 1.5 db = 1.5 x 25.4 = 38.10 mm

pakai a_e = 50 mm

h = H - a_e = 550 - 50 = 500 mm

Nu (2h - H) = 6658309 (2 x 500 - 550) = 296239050 Nmm

2 Mu = 2 x 282129000 = 564258000

$$a = h - \sqrt{h^2 - \frac{Nu(2h - H) + 2Mu}{0.6 \times 0.85 \times f'c \times B}}$$

$$a = 500 - \sqrt{500^2 - \frac{296239050 + 564258000}{0.6 \times 0.85 \times 30 \times 550}} = 115.627 \text{ mm}$$

Cu = 0.6 x 0.85 f'c B a

= 0.6 x 0.85 x 30 x 550 x 115.627 = 973001.2 N

Tu = Cu - Nu = 973001.2 - 658309 = 314692.2 N (tarik)

Kontrol tekan:

ϕ Pp = Cu > Nu

= 973001.2 > Nu ..... **ok**

Tebal pelat:

m = 1/2 (H - 0.95 d) = 1/2 (550 - 0.95 x 300) = 132.5 mm > a (115.627 mm)

n = 1/2 (B - 0.80 bf) = 1/2 (550 - 0.80 x 300) = 155 mm

karena m > a , maka:

$$tp_1 = \sqrt{\frac{1.133 f'cma}{fy}} = \sqrt{\frac{1.133 \times 30 \times 132.5 \times 115.627}{240}} = 46.58 \text{ mm}$$

$$tp_2 = n\sqrt{\frac{1.133 f'ca}{fyH}} = \sqrt{\frac{1.133 \times 30 \times 115.627}{240 \times 550}} = 26.75 \text{ mm}$$

pakai tp_1 = 46.58 mm = 50 mm

Kontrol baut :

A307 - ϕ 1" (25.4 mm), Ag = 506.7 mm^2 , fu = 403.7 MPa

ϕRnt = 0.80 x 0.75 x 413.7 x 506.7 = 125773 N

pelat dialasi grouting: Cv = 1.25

n = (2 Tu + Cv Hu) / ϕ Rnt

= (2 x 314692.2) + (1.25 x 54394) / 125773 = 5.54 $\simeq$ 6 buah

spasi min = 2.5 db = 2.5 x 25.4 = 63.5 mm

spasi = (H - 2 a_c) / (n - 1) = 550 - (2 x 50) / 5 = 90 mm > 63.5 mm ..... **ok.**

Panjang penjangkaran:

Lh = Tu / (n x 0.70 f'c d)

= 314692.2 / (6 x 0.70 x 30 x 25.4) = 98.33 mm ≃ 100 mm

Lv = 12 d = 12 x 25.4 = 304.8 mm = 305 mm

L = Lh + Lv = 100 + 305 = 405 mm

Sambungan las:

Lw = (4 x 300) + (2 x 270) - (2 x 10)

= 1720 mm

Akibat geser :

Ruv = Hu / Lw = 54394 / 1720 = 31.62 N/mm

Akibat tarik :

$$Ip = \frac{[300^3 + (3 \times 300 \times 270^2) + 270^3]}{6} + \frac{300(3 \times 300^2 + 300^2)}{6}$$

$= 36715500\ mm^3$

Rut = (Mu X) / Ip = (282129000 x 300/2) / 36715500 = 1152.6 N/mm

Resultan gaya:

$Ru_{(t)} = \sqrt{(31.62)^2 + (1152.6)^2} = 1153$ N/mm

$\phi Rnw - E_{70XX} = 163.8$ N/mm

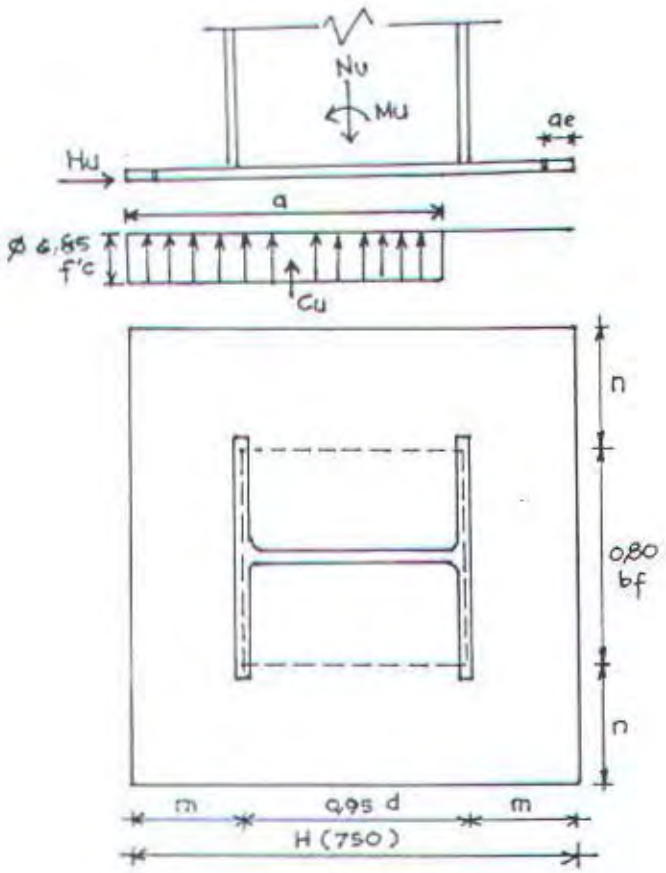
a perlu = 1153 / 163.8 = 7.04 mm

pakai a = 8 mm, ϕ Rnw = 163.8 x 8 = 1310.4 N/mm

kontrol kuat patah pelat t = 10 mm

ϕ Rnw = 0.80 x 10 x 0.60 x 370 = 1776 Nmm > 1146.6 N/mm ..... ok

7.8.2. Kolom 60 x 60 cm (WF 400 x 400 x 13 x 21)



Mu = 61.0541 ton-m = 610541000 N-mm

Nu = 542.2611 ton = 5422611 N

Hu = 30.5299 ton = 305299 N

Coba H = 750 mm

e = Mu/Nu = 610541000 / 5422611 = 712.6 mm < H/6 = 125 mm

Pakai db = 1" = 25.4 mm

a_e = 1.5 db = 1.5 x 25.4 = 38.10 mm

pakai a_e = 50 mm

a = H - a_e = 750 - (2 x 112.6) = 524.8 mm

Bm = Nu / (0.6 x 0.85 f'c a)

= 5422611 / (0.6 x 0.85 x 30 x 524.8) = 675.3 mm

pakai B = 750 mm

Tebal pelat:

m = 1/2 (H - 0.95 d) = 1/2 (750 - 0.95 x 400) = 185 mm

n = 1/2 (B - 0.80 bf) = 1/2 (750 - 0.80 x 400) = 215 mm

$$tp_1 = m\sqrt{\frac{1.133 f'cBm}{fyB}} = 185\sqrt{\frac{1.133 \times 30 \times 675.3}{240 \times 750}} = 66.06 \text{ mm}$$

$$tp_2 = n\sqrt{\frac{1.133 f'caBm}{fyHB}} = 215\sqrt{\frac{1.133 \times 30 \times 524.8 \times 675.3}{240 \times 750 \times 750}} = 64.2 \text{ mm}$$

pakai tp_1 = 66.06 mm ≃ 70 mm

Kontrol baut :

A307 - ϕ 1", Ag = 506.7 mm^2, fu = 403.7 MPa

ϕ Rnt = 0.80 x 0.75 x 506.7 x 413.7 = 67079 N

Cv = 1.25

n = (Cv Hu) / ϕ Rnv = (1.25 x305299) / 67079 = 5.69 = 6 buah

spasi min = 2.5 db = 2.5 x 25.4 = 63.5 mm

spasi = (H - 2 a_e) / (n - 1) = 750 - (2 x 50) / 5 = 140 mm > 63.5 mm ..... **ok.**

Panjang penjangkaran :

Lv = 12 d = 12 x 25.4 = 304.8 mm = 305 mm

Sambungan las

Lw = (4 x 400) + (2 x 358) - (2 x 13)

= 2290 mm

Akibat geser :

Ruv = Hu / Lw = 305299 / 2290 = 133.32 N/mm

Akibat tarik :

$$Ip = \frac{[400^3 + (3 \times 400 \times 358^2) + 358^3]}{6} + \frac{400(3 \times 400^2 + 400^2)}{6}$$

$= 86613252 \text{ mm}^3$

Rut = (Mu Y) / Ip = (610541000 x 200) / 86613252 = 1409.8 N/mm

Resultan gaya:

$Ru_{(t)} = \sqrt{(133.32)^2 + (1409.8)^2} = 1416.1$ N/mm

ϕRnw - E_{70XX} = 163.8 N/mm

a perlu = 1416.1 / 163.8 = 8.65 mm

pakai a = 9 mm , ϕ Rnw = 163.8 x 9 = 1474.2 N/mm

Kontrol kuat patah pelat t = 13 mm

ϕ Rnw = 0.80 x 13 x 0.60 x 370 = 2308.8 N/mm > 1474.2 N/mm ..... **ok.**

BAB VIII
PERENCANAAN PONDASI

BAB VIII
PERENCANAAN PONDASI

8.1. Umum

Sebagaimana pembahasan pada sub bab 1.4 tentang batasan masalah, maka dalam perencanaan pondasi untuk tugas akhir ini meliputi perhitungan daya dukung tanah, perencanaan dan perhitungan tiang pancang, perencanaan poer, dan perencanaan sloof.

Dengan berdasar kepada data tanah yang ada, maka dalam tugas akhir ini jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi dalam dengan menggunakan tiang pancang. Tiang pancang untuk perencananaan gedung ini menggunakan produksi PT. Wijaya Karya dimana melalui brosur yang ada akan dapat diketahui beban aksial ijin (*allowable axial load*) dan kapasitas momen lentur (*bending moment capacity*).

Dalam perencanaan pondasi perlu diperhatikan pembebanan yang dikerjakan pada komponen strukturnya. Menurut SK SNI 1991 pasal 3.8.2 ayat 2 untuk keperluan perencanaan dan penempatan jumlah tiang pancang pembebanan yang diberlakukan tanpa faktor reduksi atau beban kerja (misalnya $D + L \pm E$). Sedangkan untuk komponen struktur bawah lainnya (poer dan balok sloof) tetap diberikan beban berfaktor.

8.2. Perencanaan Tiang Pancang

8.2.1. Daya Dukung Tiang Pancang Pada Tanah Lempung (Dengan SPT)

Secara umum daya dukung ultimit taing pancang menurut Liu-Evett (1981) dapat dituliskan:

$$Q_{ult} = Qf + Qd \qquad (8.2.1)$$

Sedangkan khusus untuk tanah lempung persamaan diatas dapat diuraikan menjadi:

$$Q_{ult} = f\,As + c\,Nc\,Ad \qquad (8.2.2)$$

dimana:

f = kapasitas tahanan kulit (selimut), ton/m

As = luas permukaan kulit (selimut), m^2

c = harga kohesi lempung pada ujung tiang, ton/m^2

Nc = faktor daya dukung, dimana menurut Skempton (1951) untuk tanah lempung dengan D/B (kedalaman/lebar atau diameter) > 4 maka nilai Nc = 9

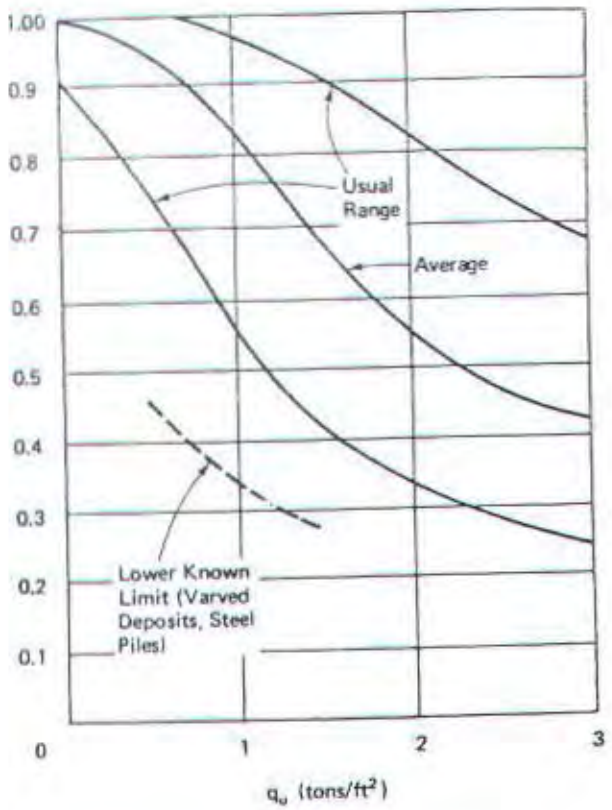
Ad = luas penampang tiang, m^2

Besarnya kapasitas tahanan kulit:

$$f = \alpha\, c \qquad (8.2.3)$$

dimana harga α ditentukan berdasarkan interaksi dengan harga qu dari grafik pada gambar 8.1. Dan harga kohesi lempung diambil:

$$c = 1/2\, qu \qquad (8.2.4)$$



Gambar 8.1. Grafik hubungan qu dan α (Sumber: Soils and Foundations)

Besarnya harga qu (*unconfined compressive strength*) didapat dari perkiraan korelasi harga angka penetrasi standar (N - SPT) dengan kekerasan tanah lempung (dapat dilihat pada tabel 8.1.). Harga angka penetrasi standar yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pada ujung tiang menurut Joseph E. Bowles didasarkan pada rata-rata statistik antara 8D diatas sampai 3D dibawah titik ujung tiang pancang yang bersangkutan.

Adapun harga angka penetrasi standar dari lapangan harus dikoreksi dahulu melalui persamaan dalam satuan SI berikut (menurut Pick, Hanson, dan Thornburn (1974)):

$$N' = C_N N_F = 0.77 N_F \log (20 / 0.0105 \sigma') \qquad (8.2.5)$$

untuk $\sigma' > 23.9$ kN/m^2

$$\sigma' = \gamma h \qquad (8.2.6)$$

dimana:

N' = harga angak penetrasi standar terkoreksi

N_F = harga angak penetrasi standar hasil investigasi

σ' = tegangan vertikal efektif

γ = berat volume tanah yang ditinjau

h = kedalaman tanah yang ditinjau

Tabel 8.1. Perkiraan korelasi antara angka penetrasi standar dengan kekerasan tanah lempung (Sumber: Mekanika Tanah - Prinsip-prisip Rekayasa Geoteknis)

Angka penetrasi standar *N*	Kekerasan	Kekuaatan unconfined compression, q_u (ton/ft²)
0	Sangat lembek	0
2	Lembek	0,25
4	Agak kaku	0,5
8	Kaku	1
16	Sangat kaku	2
32	Keras	4
> 32		>4

Catatan: 1 ton/ft² = 95,76 kN/m²

8.2.2. Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Pada umumnya tiang pancang dipasang lebih dari satu untuk memikul beban-beban yang bekerja. Tiang pancang yang demikian kemudian disebut tain pancang kelompok.

Namun demikian, apabila jarak antar tiang pancang dalam kelompok tersebut relatif berdekatan, maka akan tejadi penurunan kapasitas/daya dukung untuk satu tiangnya atau terdapat faktor reduksi yang disebut faktor efisiensi.

Dari persamaan Converse-Labarre, harga efisiensi tiang pancang kelompok adalah:

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn} \qquad (8.2.7)$$

dimana:

Eg = efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg D/S

n = jumlah tiang dalam satu baris

m = jumlah tiang

D = diameter tiang

S = spasi tiang (pusat ke pusat, p.k.p)

Apabila diharapkan daya dukung tiang tidak tereduksi oleh efisiensi (yaitu Eg = 1), maka Joseph E. Bowles melalui modifikasi persamaan diatas memberikan spasi minimum antar tiang seperti berikut:

$$S \geq (1.57\, D\, m\, n - 2D) / (m + n - 2) \qquad (8.2.8)$$

8.2.3. Beban Maksimum 1 Tiang

Beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dalam kelompok tiang dihitung berdasarkan gaya aksial dan momen yang bekerja pada tiang seperti pada persamaan berikut:

$$P_{maks} = \frac{\Sigma Nu}{n} + \frac{MyX}{\Sigma x^2} + \frac{MxY}{\Sigma y^2} \leq P_{ijin} \leq Qa \qquad (8.2.9)$$

dimana:

P_{maks} = beban maksimum satu tiang

ΣNu = gaya aksial yang bekerja

n = jumlah tiang pancang

Mx = momen maksimum yang terjadi tegak lurus sumbu X

My = momen maksimum yang terjadi tegak lurus sumbu Y

X = jarak pusat penampang tiang pancang ke sumbu X

Y = jarak pusat penampang tiang pancang ke sumbu Y

Σx^2, Σy^2 = jumlah kuadrat jarak tiap tiang sejajar dengan tiap sumbu

8.2.4. Pengaruh Gaya Lateral (Horisontal)

Tiang pancang harus mampu menerima gaya tekan aksial dan momen akibat gaya horisontal dengan cara mengubah gaya horisontal menjadi momen tambahan yang bekerja pada tiang pancang. Momen yang terjadi akibat gaya horisontal ini harus dicek terhadap kekuatan bending dari tiang pancang yang digunakan.

Untuk mendapatkan momen akibat gaya horisontal ini, dapat digunakan rumus-rumus yang terdapat pada buku Pedoman Perencanaan Untuk Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983 pada lampiran B. PPUSBBBSTBUG 1983 menyebutkan bahwa tiang pancang dapat dibedakan antara tiang pendek dan tiang panjang. Jika $L_{tertanam} < L_2$ disebut tiang pendek (perencanaan berdasarkan PPUSBBBSTBUG 1983 bagian B.2. dan B.3.) dan jika

$L_{tertanam} > L_2$ disebut tiang panjang (perencanaan berdasarkan PPUSBBTBG'83 bagian B.4.)

Langkah-langkah kontrol akibat pengaruh gaya horisontal tiang panjang adalah sebagai berikut (sebelumnya perhatikan apakah ujung atas tiang tertahan atau tidak tertahan):

1. Hitung kedalaman momen lentur maksimum (L_1) dan momen lentur nol (L_2)

$$L_1 = f + 1.5\ D \qquad (8.2.10)$$

$$L_2 = 2.2\ L_1 \qquad (8.2.11)$$

dimana :

f = Ho / (9 cr D), m

cr = kohesi rencana (untuk tanah kohesif , cr = 1/2 cu) , kg/m^2

Ho = Hu / jumlah tiang, kg

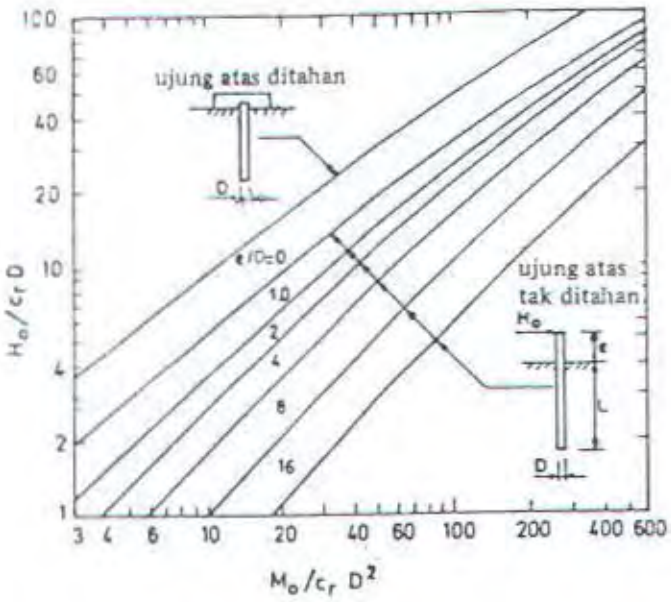
D = diameter tiang, m

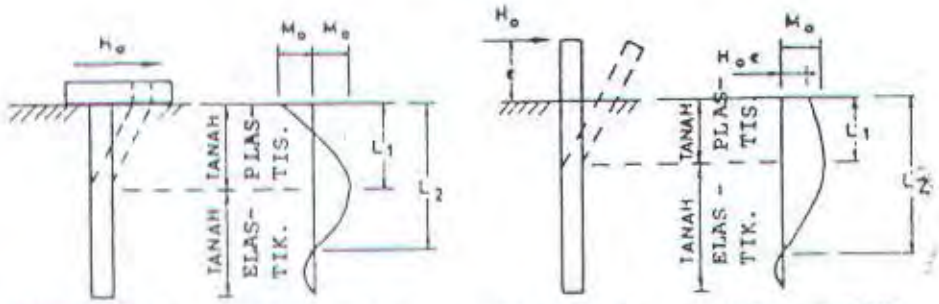
2. Hitung suatu besaran berikut (misal = Y)

$$Y = Ho / cr\ D \qquad (8.2.12)$$

3. Dengan menggunakan gambar 8.2. berikut, tentukan nilai besaran $Mo / cr\ D^2$

4. Hitung Mo dari hasil item 3, dimana Mo harus $\leq M_{ijin}$ tiang.





$L_1 = f + 1{,}5D$

$L_2 = 2{,}2\ L_1$

Ujung atas ditahan

$L_1 = f + 1{,}5D$

$L_2 = 2{,}2\ L_1$

Ujung atas tak ditahan

Gambar 8.2. *Grafik untuk tiang panjang pada tanah kohesif*

(Sumber: PPUSBBBSTBUG 1983)

8.3. Perencanaan Poer

8.3.1. Kuat Geser Nominal

Poer direncanakan terhadap gaya geser pons pada penampang kritis dan penulangan akibat momen lentur. Dalam merencanakan tebal poer, harus mencukupi untuk panjang penyaluran angker dari dasar kolom. Selain itu poer

harus mampu menyebarkan beban dari kolom ke pondasi, sehingga perlu dilakukan kontrol kekuatan geser pons untuk memastikan bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Perencanaan geser pons pada poer ini didasarkan pada ketentuan SKSNI 3.4.11 - 2.1

Kekuatan geser nominal beton menurut SKSNI'91 pers 3.4-36 harus lebih besar dari geser pons yang terjadi:

$$Vc = (1 + 2/\beta c)\ 1/6\sqrt{f'c}\ bo\ d > Vu \qquad (8.3.1)$$

tapi tidak boleh lebih dari

$$Vc = 1/3\sqrt{f'c}\ bo\ d < Vu \qquad (8.3.2)$$

dimana:

β = rasio sisi panjang terhadap sisi pendek kolom

β = 1 (kolom bujur sangkar)

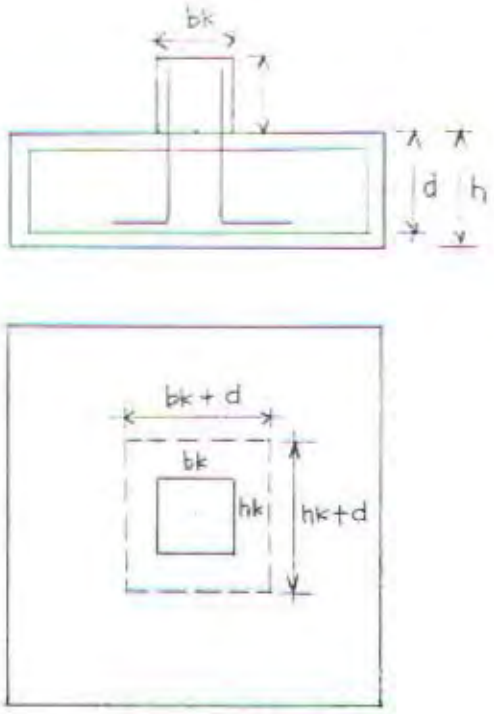
bo = keliling dari penampang kritis pada poer = 2(bk+hk+2d)

8.3.2. Penulangan Lentur

Gaya yang terjadi pada poer adalah gaya terpusat yang ditimbulkan oleh tiang pancang dan berat sendiri poer. Gaya-gaya tersebut bekerja pada jarak antar sisi luar kolom sampai titik pusat tiang pancang dengan perletakan sisi luar kolom yang dianggap sebagai perletakan jepit.

8.3.3. Penulangan Geser Lentur Pada Daerah Kritis

Geser yang terjadi pada daerah kritis kolom harus di kontrol. Apabila geser yang terjadi lebih besar dari geser nominal beton, maka dibutuhkan tulangan geser. Beberapa hal yang perlu diperhatikan:



Gambar 8.3. Penentuan penampang kritis

1. Tidak perlu tulangan geser (atau pasang tulangan geser praktis) jika:

$$Vu < 1/2\phi Vc = \phi\, 1/6 \sqrt{f'c}\, bw\, d \qquad (8.3.4)$$

2. Perlu tulangan geser minimum jika:

$$Vu > 1/2\ \phi Vc = \phi\, 1/6 \sqrt{f'c}\, bw\, d \qquad (8.3.5)$$

3. Perlu tulangan geser jika:

$$Vu > \phi Vc = \phi\, 1/6 \sqrt{f'c}\, bw\, d \qquad (8.3.6)$$

dimana jika dipasang tulangan geser maka batasan spasi sebagai berikut:

$$S_{maks} = 3\, fy\, Av / bw \qquad (8.3.7)$$

atau d/2 atau 600 mm untuk kondisi 1 dan 2

$$S_{maks} = fy\, Av\, d / Vs \qquad (8.3.8)$$

atau d/2 atau 600 mm untuk kondisi 3, dengan Vs = Vu / ϕ - Vc

8.4. Perencanaan Sloof

8.4.1. Syarat Dimensi Sloof

Sloof menerima berat dinding tembok, berat sendiri sloof, dan beban aksial tekan atau tarik (arah ke bawah). Gaya aksial yang bekerja diambil sebesar 10% dari beban aksial kolom yang terjadi pada kondisi pembebanan gempa (PPUSBBBSTBUG 1983 - 6.9.2)

Penentuan dimensi sloof dilakukan dengan memperhitungkan syarat bahwa tegangan tarik yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan tarik ijin beton. Menurut SK SNI 1991 ps. 3.2.5 ayat 3 sebagai berikut :

$$fct = fr = 0.7 \sqrt{f'c} \qquad (8.4.1)$$

$$\text{fr yang terjadi} = Nu / \phi\, b\, h \leq fct \qquad (8.4.2)$$

8.4.2. Penulangan Lentur

Penulangan lentur sloof direncanakan seperti pada perencanaan tulangan pada pedestal (kolom), yaitu ada interaksi akibat beban aksial dan momen lentur.

8.4.3 Penulangan Geser

Karena ada beban aksial yang bekerja, maka perlu disediakan tulangan geser akibat lentur dan gaya aksial tekan.Perencanaan dan perhitungannya dilakukan seperti pada penulangan geser pada pedestal.

8.5. Contoh Perhitungan

1. Koreksi harga N-SPT (dari *borehole* II)

h = 17m : $\sigma' = \gamma\, h = (1.701 - 1) \times 17 = 11.917\ t/m^2 = 119.17\ kN/m^2$

$$N' = 0.77 \times 11 \times \log [20/(0.0105 \times 119.17)] = 10.16$$

h = 20m : σ' = 11.917 + [(1.720 - 1) x 3] = 14.196 t/m^2 = 141.96 kN/m^2

N' = 0.77 x 11 x log [20/(0.0105 x 141.96)] = 9.55

h = 23m : σ' = 14.196 + [(1.822 - 1) x 3] = 16.662 t/m^2 = 166.62 kN/m^2

N' = 0.77 x 13 x log [20/(0.0105 x 166.62)] = 10.59

h = 26m : σ' = 16.662 + [(1.767 - 1) x 3] = 18.963 t/m^2 = 189.63 kN/m^2

N' = 0.77 x 14 x log [20/(0.0105 x 189.63)] = 10.80

h = 29m : σ' = 18.963 + [(1.700 - 1) x 3] = 21.063 t/m^2 = 210.63 kN/m^2

N' = 0.77 x 15 x log [20/(0.0105 x 210.63)] = 11.05

h = 32m : σ' = 21.063 + [(1.705 - 1) x 3] = 23.178 t/m^2 = 231.78 kN/m^2

N' = 0.77 x 13 x log [20/(0.0105 x 231.78)] = 9.16

h = 35m : σ' = 22.995 + [(1.685 - 1) x 3] = 25.233 t/m^2 = 252.33 kN/m^2

N' = 0.77 x 14 x log [20/(0.0105 x 252.33)] = 9.46

h = 38m : σ' = 25.233 + [(1.659 - 1) x 3] = 27.210 t/m^2 = 272.10 kN/m^2

N' = 0.77 x 13 x log [20/(0.0105 x 272.10)] = 8.46

2. Daya dukung tanah pada ujung tiang

Pada kedalaman 35 m dan diameter tiang D = 40 cm didapat rata-rata statistik:

8D = 8 x 0.40 = 3.2 m h = 35 – 3.2 = 31.8 m (ambil $\pm$ 29 m)

3D = 3 x 0.40 = 1.2 m h = 35 + 1.2 = 36.2 m (ambil $\pm$ 38 m)

N = (11.05 + 9.16 + 9.46 + 8.46) / 4 = 9.5325, qu = 1.190 ton/ft^2

c = 1/2 qu = 1/2 x 1.190 = 0.596 ton/ft^2 = 5.71 ton/m^2

Ad = 1/4 π D^2 = 1/4 π (0.4)^2 = 0.126 m^2

Qd = c Nc A = 5.71 x 9 x 0.126 = 6.48 ton

3. Daya dukung akibat tahanan kulit

kedalaman ± 0.00 - 17.00 : L1 = 17 m

N_{17}' = 10.16 didapat qu = 1.270 ton/ft^2 dan α_1 = 0.80

c_1 = 1/2 qu = 1/2 x 1.270 = 0.635 ton/ft^2

$f_1 = c_1 \alpha_1$ = 0.635 x 0.80 = 0.508 ton/ft^2 = 4.865 ton/m^2

$As_1 = \pi D L_1 = \pi$ x 0.4 x 17 = 21.363 m^2

$Qf_1 = f_1 As_1$ = 4.865 x 21.363 = 103.93 ton

kedalaman 17.00 - 20.00 : L_2 = 3 m

N_{20}' = 9.55 didapat qu = 1.194 ton/ft^2 dan α_2 = 0.80

c_2 = 1/2 qu = 1/2 x 1.194 = 0.597 ton/ft^2

$f_2 = c_2 \alpha_2$ = 0.597 x 0.80 = 0.478 ton/ft^2 = 4.57 ton/m^2

$As_2 = \pi D L_2 = \pi$ x 0.4 x 3 = 3.77 m^2

$Qf_2 = f_2 As_2$ = 4.945 x 3.77 = 18.643 ton

kedalaman 20.00 - 23.00 : L_3 = 3 m

N_{23}' = 10.59 didapat qu = 1.324 ton/ft^2 dan α_3 = 0.78

c_3 = 1/2 qu = 1/2 x 1.324 = 0.662 ton/ft^2

$f_3 = c_3 \alpha_3$ = 0.662 x 0.78 = 0.516 ton/ft^2 = 4.945 ton/m^2

$As_3 = \pi D L_3 = \pi$ x 0.4 x 3 = 3.77 m^2

$Qf_3 = f_3 As_3$ = 4.945 x 3.77 = 18.643 ton

kedalaman 23.00 - 26.00 : L_4 = 3 m

N_{26}' = 10.80 didapat qu = 1.350 ton/ft^2 dan α_4 = 0.72

c_4 = 1/2 qu = 1/2 x 1.350 = 0.675 ton/ft^2

$f_4 = c_4\ \alpha_4 = 0.675 \times 0.72 = 0.486$ ton/ft^2 = 4.654 ton/m^2

$As_4 = \pi\ D\ L_4 = \pi \times 0.4 \times 3 = 3.77$ m^2

$Qf_4 = f_4\ As_4 = 4.659 \times 3.77 = 17.564$ ton

kedalaman 26.00 - 29.00 : $L_5 = 3$ m

$N_{29}' = 11.05$ didapat qu = 1.381 ton/ft^2 dan $\alpha_5 = 0.75$

$c_5 = 1/2$ qu = 1/2 x 1.381 = 0.691 ton/ft^2

$f_5 = c_5\ \alpha_5 = 0.691 \times 0.75 = 0.518$ ton/ft^2 = 4.963 ton/m^2

$As_5 = \pi\ D\ L_5 = \pi \times 0.4 \times 3 = 3.77$ m^2

$Qf_5 = f_5\ As_5 = 4.963 \times 3.77 = 18.710$ ton

kedalaman 29.00 - 32.00 : $L_6 = 3$ m

$N_{32}' = 9.16$ didapat qu = 1.145 ton/ft^2 dan $\alpha_6 = 0.82$

$c_6 = 1/2$ qu = 1/2 x 1.145 = 0.5725 ton/ft^2

$f_6 = c_6\ \alpha_6 = 0.5725 \times 0.82 = 0.470$ ton/ft^2 = 4.5 ton/m^2

$As_6 = \pi\ D\ L_6 = \pi \times 0.4 \times 3 = 3.77$ m^2

$Qf_6 = f_6\ As_6 = 4.5 \times 3.77 = 16.97$ ton

kedalaman 32.00 - 35.00 : $L_7 = 3$ m

$N_{35}' = 9.46$ didapat qu = 1.183 ton/ft^2 dan $\alpha_7 = 0.83$

$c_7 = 1/2$ qu = 1/2 x 1.183 = 0.592 ton/ft^2

$f_7 = c_5\ \alpha_5 = 0.592 \times 0.83 = 0.492$ ton/ft^2 = 4.71 ton/m^2

$As_7 = \pi\ D\ L_7 = \pi \times 0.4 \times 3 = 3.77$ m^2

$Qf_7 = f_7\ As_7 = 4.71 \times 3.77 = 17.77$ ton

Total Qf = 210.817 ton

4. Daya dukung tanah

$Q_{ult} = Qd + Qf = 6.480 + 210.817 = 217.297$ ton

$Qa = Q_{ult} / SF = 217.297 / 2 = 108.649$ ton

5. Beban maksimum

Pakai WIKA PC Pile D = 40 cm klas A2 dengan:

P_{ijin} = 121.10 ton dan Mu = 8.25 ton m

Beban tak berfaktor akibat gempa:

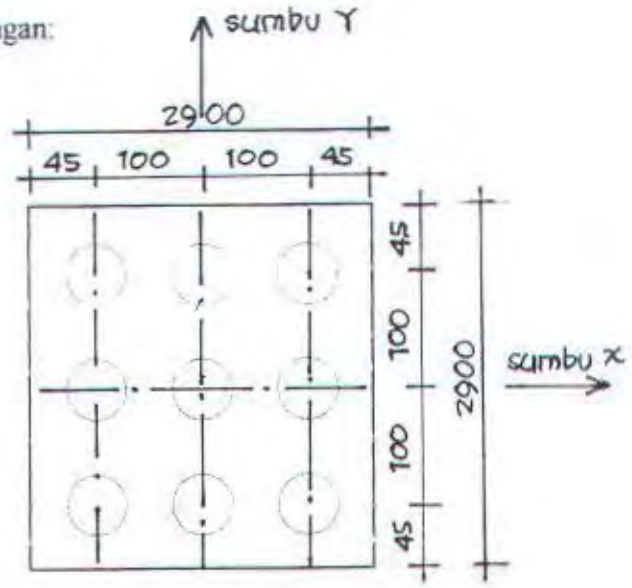
N = 530.9512 ton

Mx = 61.1090 ton m

My = 16.7501 ton m

Hx = 3.2312 ton

Hy = 30.4873 ton



Dari gambar disamping: m = n =3 , jarak minimal agar efisiensi 100%:

$S_{min} = [(1.57 \times 40 \times 3 \times 3) - (2 \times 40)] / (3 + 3 - 2) = 121.30$ cm

Coba pakai S = 100 cm , sehingga ada efisiensi:

θ = arc tg D/S = arc tg (40 / 100) = 21.8°

$Eg = 1 - \{21.80 [(3 - 1) \times 3 + (3 - 1) \times 3] / (90 \times 3 \times 3)\} = 0.70$

$P_{ijin} = 0.70 \times 121.10$ ton = 84.77 ton

Beban-beban tambahan:

a. Beban aksial: (dari poer dan pedestal, Wp , dan dari tanah, Wt)

$Wp = [(2.90 \times 2.90 \times 1) + (0.75 \times 0.75 \times 0.75)] \times 2.40 = 21.197$ ton

$Wt = 1.70 \times [(2.90 \times 2.90) - (0.75 \times 0.74)] \times 0.75 = 10.006$ ton

$\Sigma Nu = N + Wp + Wt = 530.9512 + 21.197 + 10.006 = 562.1542$ ton

b. Momen:

$Mx = Mx + Hy\ (t_{poer} - h_{pedestal})$

$= 61.1090 + [30.4873 \times (1 + 0.75)] = 114.462$ ton m

$My = My + Hx\ (t_{poer} - h_{pedestal})$

$= 16.7501 + [3.2312 \times (1 + 0.75)] = 22.4047$ ton m

$$P_{maks} = \frac{\Sigma Nu}{n} + \frac{MyX}{\Sigma x^2} + \frac{MxY}{\Sigma y^2}$$

$$= \frac{562.1542}{9} + \frac{114.462 \times 1}{6 \times 1^2} + \frac{22.4047 \times 1}{6 \times 1^2}$$

$P_{maks} = 84.27$ ton $< P_{ijin}$ (84.770 ton) $<$ Qa (108.649ton) ..... **ok.**

6. Pengaruh gaya lateral

$$Hu = \sqrt{Hx^2 + Hy^2} = \sqrt{3.2312^2 + 30.4873^2} = 30.658 \text{ ton} = 30658 \text{ kg}$$

$Ho = Hu / n = 30658 / 9 = 3406.45$ kg

$cu = 0.700$ kg/cm^2 $= 7000$ kg/m^2

$cr = 1/2\ cu = 3500$ kg/m^2

$f = Ho / 9\ cr\ D = 3406.35 / (9 \times 3500 \times 0.40) = 0.270$ m

$L_1 = f + 1.5\ D = 0.270 + (1.5 \times 0.40) = 0.870$ m

$L_2 = 2.2\ L_1 = 2.2 \times 0.870 = 1.914$ m

$L_{tertanam} = 35 - (1 + 0.75) = 33.25$ m $> L_2$ (termasuk tiang panjang)

$Y = Ho / cr\ D = 3406.45 / (3500 \times 0.40) = 2.443$

Karena tiang tertanam maka e = 0, sehingga e/D = 0

Kemudian dari grafik (gambar 8.2) didapat:

$Mo / cr\ D^2 = 3.0$

Sehingga:

$Mo = 3.0\ cr\ D^2$

$= 3.0 \times 3500 \times 0.40^2 = 1680$ kg m = 1.680 ton m < Mu (8.25 ton m) ..... **ok.**

7. Kontrol geser pons pada poer

tebal (h) = 1000 mm , lebar = 2900 mm , panjang = 2900 mm

f'c = 30 MPa , fy = 390 MPa

tulangan utama = D22

decking = 70 mm

tinggi efektif (d) = 1000 - 70 - (0.50 x 22) = 919 mm

bo = 2(bk+hk+2d) = 2 [750 + 750 + (2 x 919)] = 6676 mm

$\beta c = 2900 / 2900 = 1$

$Vc = (1+ 2/\beta c)\ 1/6 \sqrt{f'c}\ bo\ d$

$= (1 + 2/1) \times 1/6 \times \sqrt{30} \times 6676 \times 919$

= 16802057.67 N = 1680.206 ton

tetapi tidak boleh lebih dari:

$Vc = 1/3\ \sqrt{f'c}\ bo\ d$

$= 1/3 \times \sqrt{30} \times 6676 \times 919 = 11201371.78 = 1120.137$ N

Jadi Vc yang menentukan adalah 1120.137 ton

$Vu = (Nu + Wp) - P_{maks}$

= (542.2611 + 21.197) - 84.270 = 479.1881 ton

$Vn = Vu / \phi = 479.1881 / 0.60 = 798.647$ ton < Vc ..... **ok.**

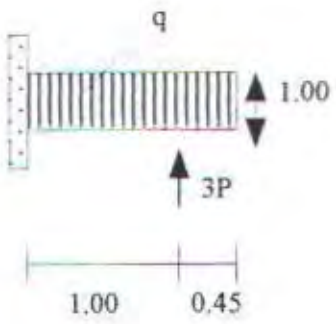
8. Perhitungan penulangan lentur poer

Karena penampang simetris maka penulangan arah X = arah Y

Pembebanan:

a. Berat sendiri poer:

$Qp = 1.00 \times 2.900 \times 2.400 = 6.96 \text{ t / m}^2$



b. Gaya terpusat 1 (satu) tiang pancang :

$P = 84.270 \text{ ton } (P_{maks})$

Momen yang bekerja :

$$Mu = 3PL - \frac{1}{2} q L^2$$

$= (3 \times 84.270 \times 1.10) - (1/2 \times 6.960 \times 1.45^2)$

$= 270.774 \text{ ton m} = 270.774 \times 10^7 \text{ N mm}$

$Rn = Mu / \phi b d^2 = 270.774 \times 10^7 / (0.80 \times 2900 \times 919^2) = 1.382$

$m = fy / 0.85 f'c = 390 / (0.85 \times 30) = 15.29$

$\rho \text{ min} = 1.4 / fy = 1.4 / 390 = 0.0036$

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.29}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.29 \times 1.382}{390}}\right] = 0.00365$$

$As \text{ perlu} = \rho b d = 0.00365 \times 2900 \times 919 = 9714.3 \text{ mm}^2$

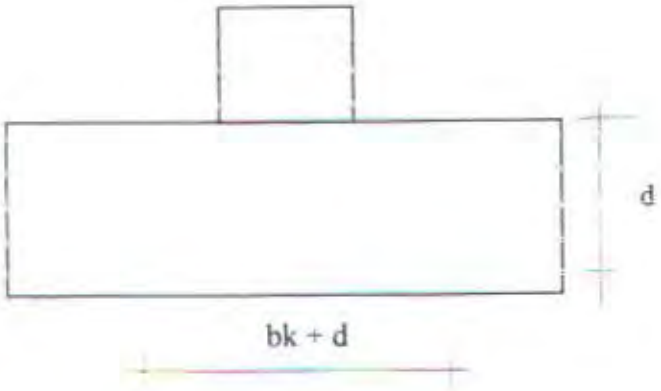
Maka tulangan terpasang : (Atas = bawah)

pakai 26D22 ($Ast = 9880 \text{ mm}^2$) atau dengan D22 - 100 ($Ast = 10260 \text{ mm}^2$)

9. Penulangan Geser Pada Daerah Kritis (Geser Lentur)

diameter tulangan = D22 (diambil dari pembengkokan tulangan lentur / utama)

Luas tulangan, $Av = 2 As = 2 \times 380 = 760 \text{ mm}^2$ (dua kaki)



P_{maks} = 84.270 ton

Penampang kritis = (bk + d)/2 = (750 + 919) / 2 = 834.5 mm dari pusat kolom

Vu = 3P - q L = (3 x 84.270) - (6.96 x 1.45) = 242.718 ton = 2427180 N

$\phi Vc = \phi\ 1/6\ \sqrt{f'c}\ bw\ d$

= 0.60 x 1/6 x √30 x 2900 x 919 = 1459735 N

ternyata Vu > ϕVc (perlu tulangan geser)

ϕVs perlu = Vu - ϕVc

= 2427180 - 1459735 = 967445 N

S perlu = Av fy d / ϕVs = (760 x 390 x 919) / 967445 = 281.5 mm

pakai D22 - 100.

10. Kontrol dimensi sloof

Dimensi sloof pakai 40 x 60 cm

Nu = 542.2611 ton (beban ultimit dari kombinasi ultimit hasil SAP 90)

maka Nuk = 10% x Nu = 54.22611

fct = 0.7 √30 = 3.834 MPa

fr = Nuk / ϕ b h = 54.22611 / (0.80 x 400 x 600) = 2.824 MPa < fct ..... **ok.**

11. Penulangan Lentur Sloof

ukuran sloof = 400 x 600 mm

Mutu beton = fc' = 30 Mpa

Mutu tulangan = fy = 390 Mpa

Decking (dc) = 70 mm

Tulangan utama = D 22

Sengkang = ϕ 10

Tinggi efektif d = 600 - 70 - 10 - (0.5x22) = 509 mm

Beban yang diterima sloof:

- 10 % N kolom = 0.1 x 5422611

= 54.22611 ton = 54226.11 kg

- berat sendiri sloof = 0.4 x 0.6 x 2400

= 576 kg/m

- berat tembok = 4.75 x 250

= 1187.5 kg/m

qu = 1.2 x (576 + 1187.5) = 2116.2 kg/m

Maka diperoleh harga - harga :

Mu = 1/12 x qu x L^2

= 1/12 x 2116.2 x 6 x 10^2 = 6561.9835 kg.m = 65619835 N.mm

P = 542261.1 N

Penulangan sloof akibat momen lentur + aksial tekan :

$\frac{Nu}{\phi . fc' . Ag}$ = 542261.1 / (0.8 x 30 x 400 x 600) = 0.094 Mpa

$\frac{Mu}{\phi . fc' . Ag . h}$ = 65619835 / (0.8 x 30 x 400 x 600 x 600) = 0.019 Mpa

Dari diagram interaksi M-N diperoleh : r = 0.0045

$\beta = 1.2$

$\rho = 0.0054 < 1\%$

Luas tulangan perlu = As = ρ.b.d

$= 0.01 \times 400 \times 509 = 2036 \text{ mm}^2$

Penulangan sloof akibat momen lentur + aksial tarik :

$Rn = Mu/\phi bd^2 = 65619835 / (0.80 \times 400 \times 509^2) = 0.7915$

$m = fy / 0.85 f'c = 390 / (0.85 \times 30) = 732.96 \text{ mm}^2$

$\rho \text{ min} = 1.4 / fy = 1.4 / 390 = 0.0036$

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right] = \frac{1}{15.29}\left[1-\sqrt{1-\frac{2\times15.29\times0.7915}{390}}\right] = 0.00206$$

$\rho < \rho \text{ min} = 0.0036$

As lentur = ρ b d = 0.0036 x 400 x 509 = 732.96 mm²

As tarik = N /2 fy = 542261.1 / (2 x 390) = 695.207 mm²

Ast = As lentur + As tarik = 732.96 + 695.207 = 1428.167 mm²

Ternyata As aksial tekan + lentur > As aksial tarik + lentur, maka pasang tulangan

6 D 22 (As = 2281 mm²)

12. Penulangan Geser Sloof

Vu = 1/2 qu L = 1/2 x 2116.2 x 6.10 = 6454.41 kg = 64544.1 N

ϕ Vc = ϕ (1 + Nu/14 Ag) 1/6 $\sqrt{}$ f'c bw d

= 0.60 x 2 (1 + 542261.1 / 14 x 400 x 600) x 1/6 x $\sqrt{}$30 x 400 x 50

= 259027.24 N

ternyata Vu < ϕ Vc , maka:

jadi pasang tulangan praktis : ϕ 10 - 200 mm

BAB IX
PENUTUP

BAB IX
PENUTUP

9.1. Kesimpulan

Dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi komponen struktur menjadi relatif lebih kecil dengan menggunakan konstruksi komposit. Misalnya adalah dimensi kolom yang hanya membutuhkan WF 400x400x13x21 dengan beton selimut ukuran 60x60 cm dan 4D22 tulangan longitudinal utama yang dihasilkan dengan analisa struktur metode elastis dan pendimensian dengan menggunakan sifat penampang plastis. Hal ini mengacu kepada Konsep SNI 1997 dan AISC-LRFD.
2. Kekakuan struktur bertambah dengan adanya kolom komposit akibat dari penambahan dari modulus elastisitas baja sebesar Es = 2.10×10^5 MPa menjadi modulus elastisitas modifikasi sebesar Em = 289236.83 MPa. Dimana penambahan modulus elastisitas modifikasi ini disumbangkan oleh baja dan beton.
3. Selain itu pula, dengan adanya sistem pengaku dengan ikatan diagonal (bresing) ternyata dapat membantu struktur menjadi lebih kaku. Hal ini dapat diketahui dari simpangan antar lantai yang terjadi sebesar 0.676 cm (kurang

dari 2.00 cm) dan rasio simpangan antar lantai terhadap tinggi tingkat yang sebesar 1.68975×10^{-3} (kurang dari 0.005).

4. Untuk meneruskan dan memikul beban yang dari struktur atas ke dalam tanah, ternyata dibutuhkan pemacangan tiang pancang hingga kedalaman - 35.00 m dengan diameter tiang 50 cm (*WIKA PC Pile tipe 500 C*).

9.2. Saran

1. Perlu kiranya diadakan studi tersendiri (lebih lanjut) mengenai optimasi tipe-tipe ikatan diagonal (bresing) untuk menambah kekakuan struktur dalam menahan gaya lateral secara efektif dan efisien.
2. Pedoman perencanaan dengan menggunakan konsep kapasitas beban layan ultimit yang disajikan dalam Konsep SNI 1997 (hingga tugas akhir ini diselesaikan masih dalam bentuk *draft*) perlu ditambahkan penjelasan/penjabaran yang lebih rinci untuk mempermudah pemahaman tentang konsep dan tata cara perencanaan bagi para perencana (*designer* atau *engineer*). Misalnya dengan disertai ilustrasi-ilustrasi dan bahkan jika dimungkinkan untuk dibuatkan manual yang disesuaikan dengan profil-profil dan kondisi di Indonesia.
3. Masih dimungkinkan untuk dilakukan studi lanjutan tentang konsep daktilitas konstruksi baja untuk keperluan desain ketahanan terhadap gempa.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. American Institute of Steel Construction, *Manual of Steel Construction - Load And Resistance Factor Design*, 1st edition, Chicago - Illinois 60601, 1986
2. American Institute of Steel Construction, *Manual of Steel Construction - Volume II - Connection*, ASD 9th edition/LRFD 1st edition, Chicago - Illinois 60601, 1992
3. Anonim, *Konsep SNI 1997 - Tata Cara Perhitungan Konstruksi Baja Untuk Bangunan Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1997
4. Anonim, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1983
5. Anonim, *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1984
6. Anonim, *Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1983
7. Anonim, *Peraturan Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung*, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Bandung, 1983
8. Anonim, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1991-03*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan,

Bandung, 1991

9. Braja M. Das, Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, cetakan kedua, jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995

10. Charles G. Salmon. John E. Johnson, *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Dengan Penekanan Pada Load Resistance Factor Design*, edisi ketiga, jilid 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992

11. Charles G. Salmon. John E. Johnson, *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Dengan Penekanan Pada Load Resistance Factor Design*, edisi ketiga, jilid 2, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992

12. Cheng Liu and Jack B. Evett, *Soils and Foundations*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey 07632, 1981

13. Chu Kia Wang, Charles G. Salmon. Binsar Hariandja, *Desain Beton Bertulang*, edisi keempat, jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986

14. Edward L. Wilson, Ashraf Habibullah, *SAP 90™ A Series of Computer Programs for the Finite Element Analysis of Structures - Structural Analysis Users Manual*, Revised May 1992, Berkeley - California 94704, 1992

15. Edward L. Wilson, Ashraf Habibullah, *SAP 90™ A Series of Computer Programs for the Finite Element Analysis of Structures - Structural Analysis Verification Manual*, Revised May 1992, Berkeley - California 94704, 1992

16. Gideon H. Kusuma, Ir. M.Eng, Takim Andriono, Ir. Dr, *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*, cetakan keempat, Penerbit

Erlangga, Jakarta, 1994

17. J.C. Smith, *Structural Steel Design - LRFD Approach*, second edition, New York, 1994

18. W. C. Vis, Ir, Gideon H. Kusuma, Ir. M.Eng, *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*, cetakan kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993

19. William T. Segui, *LRFD Steel Design*, revised printing, PWS Publishing Company, Boston - Massachusetts 02116, 1994

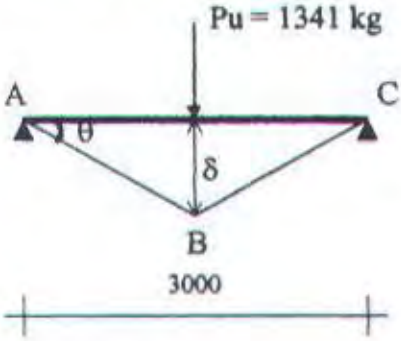
PERBAIKAN

PERBAIKAN:

1. Perletakan ½ kuda-kuda ke ring balk

Untuk menjamin kesesuaian antara asumsi perletakan (sendi) pada perhitungan dengan aplikasi perletakan (sendi), dimana ada kebebasan kolom ½ kuda-kuda untuk berotasi dan tidak terjadinya deformasi (penurunan/defleksi) ring balk yang besar dimana yang dapat berakibat terjadinya momen/kopel, maka perlu perekayasaan pada aplikasi perletakan. (*lihat gambar berikut*)

Adapun perhitungan besarnya deformasi pada ring balk:



$\theta_{AB} = PL^2 / 16EI$

Ring balk: WF 200x200x8x12

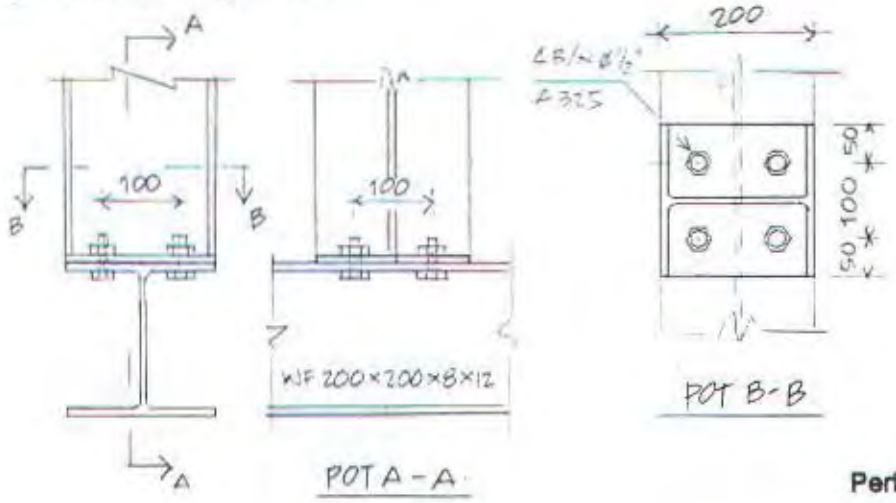
$Ix = 4720\ cm^3$

$\theta_{AB} = \delta/L$

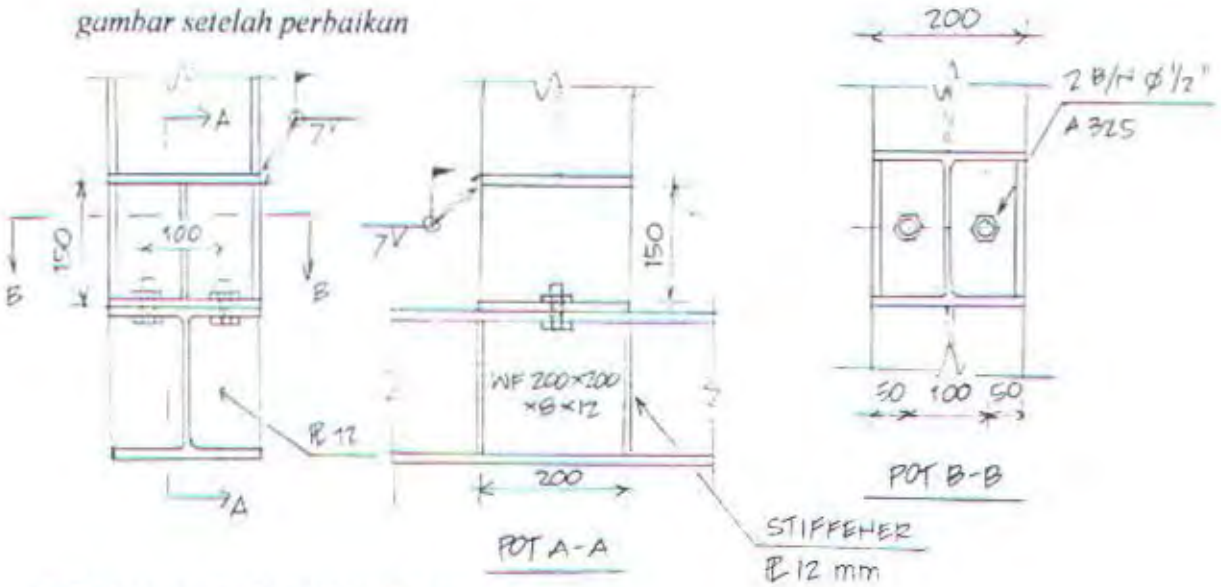
$$\delta = L \times \theta_{AB} = 300 \times \frac{1341 \times 300^2}{16 \times 2.1 \times 10^6 \times 4720} = 0.228\ cm = 2.28\ mm$$

Ternyata deformasi yang terjadi cukup kecil untuk terjadinya momen/kopel.

gambar sebelum perbaikan



gambar setelah perbaikan



2. Tulangan arah melintang tangga

Ketentuan yang dipakai pada penentuan tulangan terpasang tidak harus menggunakan nilai ρmin (=1.4/fy), namun harus memperhatikan hal-hal pada SK SNI 1991 pasal 3.3.5. Sehingga ketentuan yang ada menjadi:

a. jika ρperlu << ρmin, maka dipakai harga 1 1/3 ρperlu atau 4/3 ρperlu
b. jika harga yang didapat dari item a diatas, maka perlu menggunakan ketentuan tulangan susut dan suhu (karena dihitung sebagai pelat) seperti yang ditentukan pada SK SNI 1991 pasal 3.16.12
c. jika ρperlu < ρmin, maka dipakai ρmin

Besarnya tulangan terpasang arah melintang tangga yang telah diperbaiki dapat dilihat pada perhitungan tangga bab 4 tugas akhir ini.

3. Bentuk poer bujur sangkar

Alasan:

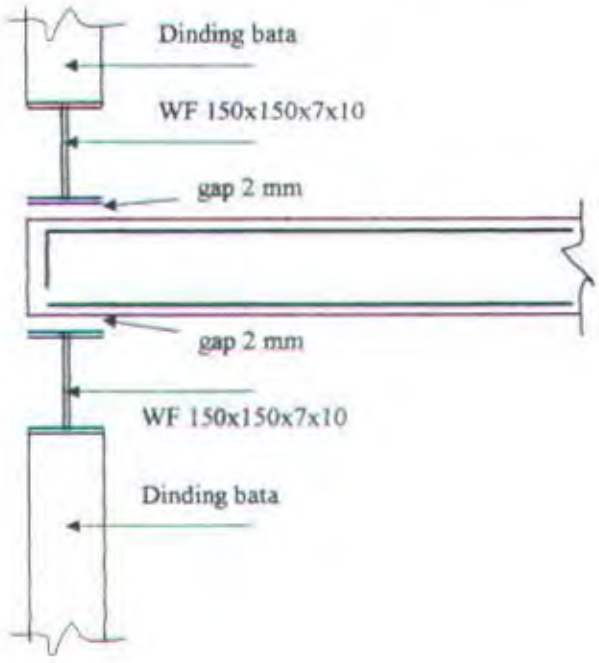
Bentuk ini diambil mengingat adanya kombinasi pembebanan arah gempa 100% X + 30% Y dan 30% X + 100% Y. Dimana harga momen yang terjadi adalah sebagai berikut:

100% X + 30% Y → Mx = 19.0770 ton-m My = 54.3204 ton-m

30% X + 100% Y → Mx = 61.0541 ton-m My = 16.7593 ton-m

Sehingga dengan memperhitungkan kemungkinan terjadinya reaksi dari arah X atau Y dimana mempengaruhi pula bentuk atau pola poer, maka bentuk bujursangkar cukup aman. Sedangkan dalam perencanaannya dipakai reaksi terbesar dari satu arah kombinasi (dalam tugas akhir ini dipakai 30% X + 100% Y).

4. Perbaikan tumpuan rol pada bordes



LAMPIRAN

SIMPANGAN ANTAR LANTAI

Arah X (dari kombinasi gempa arah 100% X + 30 % Y)

Tingkat	Tinggi (cm)	Simpangan total (cm)	Simpangan lantai (cm)	Rasio	Keputusan
1	400	0.1439	0.1439	0.0004	ok.
2	360	0.4012	0.2573	0.0007	ok.
3	360	0.7202	0.3190	0.0009	ok.
4	360	1.0406	0.3204	0.0009	ok.
5	360	1.3709	0.3303	0.0009	ok.
6	360	1.6729	0.3020	0.0008	ok.
7	360	1.9300	0.2571	0.0007	ok.
8	400	2.1733	0.2433	0.0006	ok.

Arah Y (dari kombinasi gempa arah 30% X + 100 % Y)

Tingkat	Tinggi (cm)	Simpangan total (cm)	Simpangan lantai (cm)	Rasio	Keputusan
1	400	0.1674	0.1674	0.0004	ok.
2	360	0.4824	0.3150	0.0009	ok.
3	360	0.8919	0.4095	0.0011	ok.
4	360	1.3375	0.4456	0.0012	ok.
5	360	1.8297	0.4922	0.0014	ok.
6	360	2.3392	0.5095	0.0014	ok.
7	360	2.8704	0.5312	0.0015	ok.
8	400	3.5464	0.6760	0.0017	ok.

Kontrol Gaya Gempa Dasar Analisa Statik (Vs) dengan Analisa Dinamis (Vd)

a. Waktu getar alami pada *mode shape* 1: **T** (dari SAP 90)

T = 0.959916 detik

b. Dari grafik koefisien gempa dasar (C) terhadap T, didapat:

C = 0.038 g

c. Berat total struktur + beban hidup:

Wt = 4981.481 ton

d. Faktor keutamaan struktur:

I = 1.5 (PPTGIUG 1983)

e. Faktor jenis struktur:

K = 1.35 (Konsep SNI 1997)

f. Gaya gempa dasar analisa statik:

Vs = C I K Wt

Vs = 367.9598 ton

g. Gaya gempa dasar analisa dinamis:

Fx = 332.6326 ton

Fy = 110.2192 ton

$Vd = \sqrt{Fx^2 + Fy^2}$

Vd = **350.4179** ton > 0.9 Vs (**331.16379** ton)

h. Rasio Vd / Vs

Vd/ Vs = 350.4179 / 387.3261

= **0.9523**

PERHITUNGAN TITIK BERAT PER LANTAI

satuan (m)

Lantai 2

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	120631.603	26.000000	7.500000	3120821.683	900237.021
Balok anak	6781.200	26.025659	7.849068	176485.200	53226.100
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	194896.400	23.143382	6.831559	4508479.000	1331115.800
Pelat lantai (H)	44220.000	23.364315	23.364315	1033170.000	1033170.000
Bresing	4906.157	26.000000	7.500000	127560.077	36796.176
Dinding X	122455.000	26.997867	7.933282	3306023.750	971470.000
Dinding Y	126950.000	25.057109	6.446642	3181000.000	818325.000
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	663735.512			16615924.821	5556621.017
X2 =	**25.033954**	Y2 =	**8.362700**	Z2 =	**4.000**

Lantai 3

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	113714.150	26.000000	7.500000	2956567.910	852856.128
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.427152	6.453642	5067115.000	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4775.517	26.000000	7.500000	124163.437	35816.376
Dinding X	25003.182	26.825048	7.800513	670711.560	195037.650
Dinding Y	133200.000	25.918919	6.891892	3452400.000	918000.000
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	592782.031			14777847.018	4173911.371
X3 =	**24.929647**	Y3 =	**7.041275**	Z3 =	**7.600**

Lantai 4

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	113714.150	26.000000	7.500000	2956567.910	852856.128
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.427152	6.453642	5067115.000	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4775.517	26.000000	7.500000	124163.437	35816.376
Dinding X	140310.000	26.825048	7.800513	3763822.500	1094490.000
Dinding Y	173250.000	25.272727	7.439610	4378500.000	1288912.500
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	748138.849			18797057.958	5444306.221
X4 =	**25.125093**	Y4 =	**7.277133**	Z4 =	**11.200**

Lantai 5

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	113714.150	26.000000	7.500000	2956567.910	852856.128
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.427152	6.453642	5067115.000	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4775.517	26.000000	7.500000	124163.437	35816.376
Dinding X	140310.000	26.825048	7.800513	3763822.500	1094490.000
Dinding Y	173250.000	25.272727	7.439610	4378500.000	1288912.500
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	748138.849			18797057.958	5444306.221
X5 =	**25.125093**	Y5 =	**7.277133**	Z5 =	**14.800**

Lantai 6

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	113714.150	26.000000	7.500000	2956567.910	852856.128
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.427152	6.453642	5067115.000	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4775.517	26.000000	7.500000	124163.437	35816.376
Dinding X	140310.000	26.825048	7.800513	3763822.500	1094490.000
Dinding Y	148050.000	25.234043	7.142097	3735900.000	1057387.500
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	722938.849			18154457.958	5212781.221
X6 =	**25.112024**	Y6 =	**7.210542**	Z6 =	**18.400**

Lantai 7

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	113714.150	26.000000	7.500000	2956567.910	852856.128
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.607759	6.453642	5106178.771	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4775.517	26.000000	7.500000	124163.437	35816.376
Dinding X	140310.000	26.825048	7.800513	3763822.500	1094490.000
Dinding Y	159750.000	25.767042	6.947183	4106700.000	1109812.500
Tangga	25003.182	27.166667	10.704374	679253.111	267643.417
jumlah	734638.849			18564321.729	5265206.221
X7 =	**25.269997**	Y7 =	**7.167068**	Z7 =	**22.000**

Lantai 8

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	120031.603	26.000000	7.500000	3120821.683	900237.024
Balok anak	7491.600	25.940253	7.495929	194334.000	56156.500
Balok induk	18582.000	26.000000	7.444705	483132.000	138337.500
Pelat lantai (M)	216292.400	23.427152	6.453642	5067115.000	1395873.800
Pelat lantai (H)	48720.000	23.607759	6.449507	1150170.000	314220.000
Bresing	4906.157	26.000000	7.500000	127560.077	36796.176
Dinding X	148105.000	26.825048	7.800513	3972923.750	1155295.000
Dinding Y	170800.000	25.247512	7.630562	4312275.000	1303300.000
Tangga	14611.238	27.996434	10.513475	409062.567	153614.892
jumlah	749539.998			18837394.077	5453830.892
X8 =	**25.131940**	Y8 =	**7.276237**	Z8 =	**25.600**

Ring Balk

Elemen	ΣWi kg	Xb m	Yb m	ΣWi Xb kg m	ΣWi Yb kg m
Kolom	63174.528	26.000000	7.500000	1642537.728	473808.960
Balok Lift + Lift	18436.000	26.057019	10.077967	480387.200	185797.400
Ring balk	15475.600	26.000000	7.500000	402365.600	116067.000
Atap	97095.333	26.000000	7.500000	2524478.657	728214.997
Pelat lantai (M)	10743.000	26.000000	7.500000	279318.000	80572.500
Pelat lantai (H)	2700.000	26.000000	7.500000	70200.000	20250.000
Bresing	2518.398	26.000000	7.500000	65478.358	18887.988
Dinding X	77950.000	26.825048	7.800513	2091012.500	608050.000
Dinding Y	90000.000	25.247222	7.633333	2272250.000	687000.000
Tangga	1569.211	29.500000	10.260000	46291.725	16100.105
jumlah	379662.070			9874319.768	2934748.950
X9 =	**26.008181**	Y9 =	**7.729898**	Z9 =	**29.600**

PERHITUNGAN MASSA PER LANTAI

g 9.81 m/dt²

Massa: M = Wi / g

M2 =	67.6591	ton dt² / m
M3 =	60.4263	ton dt² / m
M4 =	76.2629	ton dt² / m
M5 =	76.2629	ton dt² / m
M6 =	73.6941	ton dt² / m
M7 =	74.8867	ton dt² / m
M8 =	76.4057	ton dt² / m
MRb =	38.7015	ton dt² / m

TITIK PUSAT MASSA PER LANTAI

X = Mi xi / Mi *satuan (m)*

Y = Mi yi / Mi *satuan (m)*

X2 =	25.033954	Y2 =	8.362700	Z2 =	4.000
X3 =	24.929647	Y3 =	7.041275	Z3 =	7.600
X4 =	25.125093	Y4 =	7.277133	Z4 =	11.200
X5 =	25.125093	Y5 =	7.277133	Z5 =	14.800
X6 =	25.112024	Y6 =	7.210542	Z6 =	18.400
X7 =	25.269997	Y7 =	7.167068	Z7 =	22.000
X8 =	25.131940	Y8 =	7.276237	Z8 =	25.600
XRb =	26.008181	YRb =	7.729898	ZRb =	29.600

TITIK PUSAT MASSA PORTAL / ELEMEN PENAHAN GEMPA

Yang terlatung elemen penahan gempa untuk portal *open frame* ini adalah kolom dan bresing

Xm2 =	26.000000	Ym2 =	7.500000	Zm2 =	4.000
Xm3 =	26.000000	Ym3 =	7.500000	Zm3 =	7.600
Xm4 =	26.000000	Ym4 =	7.500000	Zm4 =	11.200
Xm5 =	26.000000	Ym5 =	7.500000	Zm5 =	14.800
Xm6 =	26.000000	Ym6 =	7.500000	Zm6 =	18.400
Xm7 =	26.000000	Ym7 =	7.500000	Zm7 =	22.000
Xm8 =	26.000000	Ym8 =	7.500000	Zm8 =	25.600
XmRb =	26.000000	YmRb =	7.500000	ZmRb =	29.600

PERHITUNGAN MOMEN INERSIA MASSA PER LANTAI

$Mrz = 1/12\ M\ (a^2 + b^2) + M\ r^2$

Massa per unit luas lantai (bersih)

Mpl = M/A

Luas bersih pelat lantai 2	652 m2
Luas bersih pelat lantai 3 s.d 8 :	712 m2
Luas bersih pelat lantai ring balk	30 m2

Lantai 2 :	0.103772 ton dt^2 / m^4
Lantai 3 :	0.084868 ton dt^2 / m^4
Lantai 4 :	0.107111 ton dt^2 / m^4
Lantai 5 :	0.107111 ton dt^2 / m^4
Lantai 6 :	0.103503 ton dt^2 / m^4
Lantai 7 :	0.105178 ton dt^2 / m^4
Lantai 8 :	0.107311 ton dt^2 / m^4
Ring balk :	1.290051 ton dt^2 / m^4

Lantai 2

Deskripsi	Mpl ton dt^2 / m^4	a m	b m	Massa ton dt^2 m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt^2
Bagian I	0.103772	3	7	2.1792	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1327.3165
Bagian II	0.103772	3	7	2.1792	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1327.3165
Bagian III	0.103772	18	15	28.0183	12	7.5	-14.000000	0.000000	14	6773.4311
Bagian IV	0.103772	18	15	28.0183	40	7.5	14.000000	0.000000	14	6773.4311
Bagian V	0.103772	10	3	3.1131	26	7.5	0.000000	0.000000	8.8818E-16	28.2778
Bagian VI	0.103772	3	6	1.8679	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	67.7110
Bagian VII	0.103772	4	4	1.6603	26	13	0.000000	5.500000	5.5	54.6530
Bagian VIII	0.103772	3	2	0.6226	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	34.6078
									jumlah	16386.7447

Lantai 3

Deskripsi	Mpl ton dt^2 / m^4	a m	b m	Massa ton dt^2 m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt^2
Bagian I	0.084868	3	7	1.7822	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1085.5305
Bagian II	0.084868	3	7	1.7822	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1085.5305
Bagian III	0.084868	46	9	35.1355	26	4.5	0.000000	-3.000000	3	6748.9470
Bagian IV	0.084868	18	6	9.1658	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2257.0752
Bagian V	0.084868	18	6	9.1658	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2257.0752
Bagian VI	0.084868	3	6	1.5276	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	55.3760
Bagian VII	0.084868	4	4	1.3579	26	13	0.000000	5.500000	5.5	44.6974
Bagian VIII	0.084868	3	2	0.5092	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	28.3036
									jumlah	13562.5366

Lantai 4

Deskripsi	Mpl ton dt² / m	a m	b m	Massa ton dt² m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt²
Bagian I	0.107111	3	7	2.2493	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1370.0273
Bagian II	0.107111	3	7	2.2493	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1370.0273
Bagian III	0.107111	46	9	14.3439	26	4.5	0.000000	-3.000000	3	8517.7175
Bagian IV	0.107111	18	6	11.5680	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2848.6114
Bagian V	0.107111	18	6	11.5680	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2848.6114
Bagian VI	0.107111	3	6	1.9289	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	69.8898
Bagian VII	0.107111	4	4	1.7138	26	13	0.000000	5.500000	5.5	56.4117
Bagian VIII	0.107111	3	2	0.6427	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	35.7214
									jumlah	17117.0177

Lantai 5

Deskripsi	Mpl ton dt² / m	a m	b m	Massa ton dt² m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt²
Bagian I	0.107111	3	7	2.2493	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1370.0273
Bagian II	0.107111	3	7	2.2493	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1370.0273
Bagian III	0.107111	46	9	14.3439	26	4.5	0.000000	-3.000000	3	8517.7175
Bagian IV	0.107111	18	6	11.5680	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2848.6114
Bagian V	0.107111	18	6	11.5680	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2848.6114
Bagian VI	0.107111	3	6	1.9289	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	69.8898
Bagian VII	0.107111	4	4	1.7138	26	13	0.000000	5.500000	5.5	56.4117
Bagian VIII	0.107111	3	2	0.6427	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	35.7214
									jumlah	17117.0177

Lantai 6

Deskripsi	Mpl ton dt² / m	a m	b m	Massa ton dt² m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt²
Bagian I	0.103503	3	7	2.1736	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1323.8799
Bagian II	0.103503	3	7	2.1736	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1323.8799
Bagian III	0.103503	46	9	42.8502	26	4.5	0.000000	-3.000000	3	8230.8102
Bagian IV	0.103503	18	6	11.1783	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2752.6599
Bagian V	0.103503	18	6	11.1783	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2752.6599
Bagian VI	0.103503	3	6	1.8631	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	67.5356
Bagian VII	0.103503	4	4	1.6560	26	13	0.000000	5.500000	5.5	54.5115
Bagian VIII	0.103503	3	2	0.6210	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	34.5182
									jumlah	16540.4551

Lantai 7

Deskripsi	Mpl ton dt² / m	a m	b m	Massa ton dt² m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt²
Bagian I	0.105178	3	7	2.2087	1.5	5.5	-24.500000	-2.000000	24.5814971	1345.3054
Bagian II	0.105178	3	7	2.2087	50.5	5.5	24.500000	-2.000000	24.5814971	1345.3054
Bagian III	0.105178	46	9	43.5437	26	4.5	0.000000	-3.000000	3	8364.0172
Bagian IV	0.105178	18	6	11.3592	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2797.2088
Bagian V	0.105178	18	6	11.3592	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2797.2088
Bagian VI	0.105178	3	6	1.8932	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	68.6280
Bagian VII	0.105178	4	4	1.6828	26	13	0.000000	5.500000	5.5	55.3037
Bagian VIII	0.105178	3	2	0.6311	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	35.0760
									jumlah	16808.1419

Lantai 8

Deskripsi	Mpl ton dt^2 m	a m	b m	Massa ton dt^2 m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt^2
Bagian I	0.107311	3	[illegible]	2.2535	1.5	5.5	-21.500000	-2.000000	21.5814971	1372.5031
Bagian II	0.107311	3	[illegible]	2.2535	36.5	5.5	21.500000	-2.000000	21.5814971	1372.5031
Bagian III	0.107311	16	9	44.1269	26	1.5	0.000000	-3.000000	3	8533.[illegible]
Bagian IV	0.107311	18	6	11.5896	12	12	-14.000000	4.500000	14.7054412	2853.[illegible]
Bagian V	0.107311	18	6	11.5896	40	12	14.000000	4.500000	14.7054412	2853.[illegible]
Bagian VI	0.107311	3	6	1.9316	22.5	12	-3.500000	4.500000	5.70087713	70.0207
Bagian VII	0.107311	4	4	1.7170	26	13	0.000000	5.500000	5.5	56.5173
Bagian VIII	0.107311	3	2	0.6439	29.5	14	3.500000	6.500000	7.38241153	35.7883
									jumlah	17149.0752

Ring balk

Deskripsi	Mpl ton dt^2 m	a m	b m	Massa ton dt^2 m	Xo m	Yo m	Xo - Xm m	Yo - Ym m	r m	Mrz ton m dt^2
Bagian I	1.298651	16	3	38.7015	26	7.5	0.000000	0.000000	4.4409E-15	351.5300

```
ANALISA PERENCANAAN BEBAN BALOK (SATUAN KG-CM)

SYSTEM
U N

JOINT
1  X=0       Z=0
2  X=[illegible]  Z=[illegible]
3  X=[illegible]  Z=[illegible]
4  X=[illegible]  Z=[illegible]
5  X=[illegible]  Z=[illegible]
6  X=245.8   Z=605.06
7  X=1972.0  Z=596.24
8  X=1972.1  Z=596.24
9  X=[illegible]  Z=[illegible]

RESTRAINTS
1,9,1  R=1,1,1,1,0,1


FRAME
NM=3 NL=2
1 SH=1 T=20,10,0.8,0.55,10,0.8 E=2.1E6    : balok WF 200x100x5.5x8
2 SH=2 T=14.6,10,0.9,0.6,10,0.9 E=2.1E6   : kantilever WF 150x100x6x9
3 A=72.38 I=11300,1600 E=2.1E6 W=0.568    : kolom WF 300x200x8x12
1 WG=0,0,-0.2343
2 WG=0,0,-0.2475
1,1,2  M=2 LP=-2,0 NSL=2,0
2,2,3              NSL=2,0
3,3,4  M=1 LP=-2,0 NSL=1,0
4,4,5              NSL=1,0
5,5,6              NSL=1,0
6,6,7              NSL=1,0
7,7,8              NSL=1,0
8,3,9  M=3 LP=-2,0 NSL=0,0

LOADS
2  L=1  F=0,0,-184.975
4       F=0,0,-295.960
5       F=0,0,-391.090
6       F=0,0,-502.075
7       F=0,0,-508.312
2  L=2  F=0,0,-56
4       F=0,0,-89.6
5       F=0,0,-118.4
6       F=0,0,-152
7       F=0,0,-153.89
2  L=3  F=0,0,-17.5
4       F=0,0,-28
5       F=0,0,-13.7
6       F=0,0,-47.5
7       F=0,0,-48.09

COMBO
1  C=1
2  C=0,1
3  C=0,0,1
4  C=1,1,1
5  C=1.2,1.6,0.8
```

ANALISA PERENCANAAN JURAI DALAM [SATUAN KG-CM]

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST END	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TOR.
1								
	1	.58						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.16	-22.89			
	2	.00						
			.0	.00	.00			
			14.5	.00	.00			
	3	.00						
			.0	.00	.00			
			14.5	.00	.00			
	4	.58						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.16	-22.89			
	5	.70						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.79	-27.47			
2								
	1	73.84						
			.0	-176.66	-22.89			
			212.5	-222.93	-42474.66			
	2	19.41						
			.0	-52.53	.00			
			212.5	-52.53	-11160.80			
	3	6.07						
			.0	-16.41	.00			
			212.5	-16.41	-3487.75			
	4	99.32						
			.0	-245.60	-22.89			
			212.5	-291.87	-57123.21			
	5	124.53						
			.0	-309.17	-27.47			
			212.5	-364.69	-71617.07			
3								
	1	-2729.60						
			.0	867.57	-148803.62			
			76.0	851.90	-83452.02			
	2	-716.01						
			.0	227.49	-39020.37			
			76.0	227.49	-21728.45			
	3	-139.53						
			.0	54.18	-8756.47			
			76.0	54.18	-4638.33			
	4	-3585.14						
			.0	1149.24	-196580.46			
			76.0	1133.57	-109818.80			
	5	-4532.76						
			.0	1448.41	-248002.11			
			76.0	1429.60	-138618.61			
4								
	1	-2613.13						
			.0	574.25	-83452.02			
			288.5	514.78	73634.38			
	2	-684.35						
			.0	143.43	-21728.45			
			288.5	143.43	19649.26			
	3	-129.83						
			.0	27.91	-4638.33			
			288.5	27.91	3413.53			
	4	-3427.91						
			.0	745.59	-109818.80			
			288.5	686.12	96697.16			

```
    5 -4435.54
                  .0        940.91   -138618.61
              288.5         869.55    122530.89
-------------------------------------------------
    1 -2455.57
                  .         147.34     73634.38
              288.5          88.47    107735.35
    2  -643.31
                  .0         32.37     19649.26
              288.5          32.37     28987.92
    3  -125.00
                  .0         15.06      3413.53
              288.5          15.06      7758.17
    4 -3224.56
                  .0        196.37     96697.16
              288.5         195.90    144481.45
    5 -4007.00
                  .0        241.37    122530.89
              288.5         170.01    181869.64
-------------------------------------------------
    1 -2260.50
                  .0       -382.51    107735.35
              263.0        -436.72         5.90
    2  -591.21
                  .0       -110.21     28987.92
              263.0        -110.21         1.71
    3  -108.61
                  .0        -29.50      7758.17
              263.0        -29.50           .61
    4 -2960.33
                  .0       -522.22    144481.45
              263.0        -576.43         8.22
    5 -3745.43
                  .0       -658.95    181869.64
              263.0        -724.01        10.30
-------------------------------------------------
    1 -2191.37
                  .0       -578.75         5.90
                  .0       -578.75          .00
    2  -570.99
                  .0       -167.54         1.71
                  .0       -167.54          .00
    3  -102.45
                  .0        -59.35          .61
                  .0        -59.35          .00
    4 -2864.81
                  .0       -805.63         8.22
                  .0       -805.64          .00
    5 -3625.19
                  .0      -1010.04        10.30
                  .0      -1010.04          .00
-------------------------------------------------
    1 -1998.67
                  .0      -2262.32    106328.96
               47.0       -2262.32          .00
    2  -517.59
                  .0       -592.76     27859.57
               47.0        -592.76          .00
    3  -116.69
                  .0       -112.10      5268.72
               47.0        -112.10          .00
    4 -2632.94
                  .0      -2967.18    139457.25
               47.0       -2967.18          .00
    5 -3319.89
                  .0      -3752.87    176385.04
               47.0       -3752.87          .00
```

ANALISA PERENCANAAN BURAI DALAM (SATUAN KG-CM)

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
8	.730040	.000000	-1.885418	.000000	.004875	.000000
9	.758602	.000000	-2.011566	.000000	-.004644	.000000

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
8	-2262.3183	137.7483	.0000
9	2262.3183	1998.6670	.0000

LOAD COMBINATION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
8	-592.7568	52.3044	.0000
9	592.7568	517.5856	.0000

LOAD COMBINATION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
8	-112.1005	38.1036	.0000
9	112.1005	116.6863	.0000

```
ANALISA PERENCANAAN 1/2 KUDA-KUDA [SATUAN KG-CM]

SYSTEM
E=2

JOINTS
1  X=0      Z=0
2  X=0      Z=93
3  X=600    Z=400.9
4  X=900    Z=626
RESTRAINTS
1,4,3  R=1,1,1,1,0,1

FRAME
NM=2 NL=1
1 SH=1 T=20,20,1.2,0.9,20,1.2 E=2.1E6 W=0.499 : kolom WF 200x200x8x12
2 SH=1 T=25,17.5,1.1,0.7,17.5,1.1 E=2.1E6     : balok WF 250x175x7x11
1 WG=0,0,-0.4851
1,1,2  M=1 LP=-2,0 NS1=1
2,2,3  M=1 LP=-2,0 NS1=1
3,3,4              NS1=1

LOADS
3  L=1  F=0,0,-486.8966
3  L=2  F=0,0,-168.6088
3  L=3  F=0,0,-96.2072

COMBO
1 C=1
2 C=0,1
3 C=0,0,1
4 C=1,1,1
5 C=1.2,1.6,0.8
```

ANALISA PERENCANAAN 1/2 KUDA-KUDA [SATUAN KG-CM]

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST END	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TOR
1								
	1	-919.16						
			.0	-977.04	.00			
			87.0	-977.04	-85002.74			
	2	-148.78						
			.0	-177.63	.00			
			87.0	-177.63	-15453.51			
	3	-84.89						
			.0	-101.35	.00			
			87.0	-101.35	-8817.68			
	4	-1151.83						
			.0	-1256.02	.00			
			87.0	-1256.02	-109273.93			
	5	-1408.95						
			.0	-1537.74	.00			
			87.0	-1537.74	-133783.05			
2								
	1	-1210.92						
			.0	397.83	-85002.74			
			734.3	110.07	101478.89			
	2	-224.87						
			.0	55.85	-15453.51			
			734.3	55.85	25560.13			
	3	-128.31						
			.0	31.87	-8817.68			
			734.3	31.87	14584.46			
	4	-1564.09						
			.0	485.56	-109273.93			
			734.3	197.79	141623.49			
	5	-1915.54						
			.0	592.26	-133783.05			
			734.3	246.95	174338.46			
3								
	1	-901.73						
			.0	-327.69	101478.89			
			267.0	-432.33	.00			
	2	-150.94						
			.0	-95.72	25560.13			
			267.0	-95.72	.00			
	3	-86.13						
			.0	-54.61	14584.46			
			267.0	-54.61	.00			
	4	-1138.79						
			.0	-478.02	141623.49			
			267.0	-582.65	.00			
	5	-1392.48						
			.0	-590.07	174338.46			
			267.0	-715.63	.00			

ANALISA PERENCANAAN 1/2 KUDA-KUDA (SATUAN KG-CM)

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
3	.277078	.000000	-.561815	.000000	-.001315	.000000

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
1	977.0430	919.1615	.0000
4	-977.0430	4.3251	.0000

LOAD COMBINATION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
1	177.6265	148.7752	.0000
4	-177.6265	19.8336	.0000

LOAD COMBINATION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
1	101.3527	84.8903	.0000
4	-101.3527	11.3169	.0000

```
ANALISA PERENCANAAN BURAT LUAR [SATUAN KG-CM]

SYSTEM
L=3

JOINTS
1  X=0       Z=0
2  X=13.6    Z=5.63
3  X=21.9    Z=78.69
4  X=284.2   Z=105.04
5  X=554.5   Z=205.05
6  X=825.4   Z=305.06
7  X=1096    Z=405.07
8  X=1384.4  Z=511.70
9  X=21.9    Z=31.69

RESTRAINTS
8,9,1  R=1,1,1,1,0,1

FRAME
NM=3 NL=2
1 SH=I T=25,12.5,0.9,0.6,12.5,0.9 E=2.1E6 : balok WF 250x125x6x9
2 SH=I T=15,10,0.9,0.6,10,0.9 E=2.1E6     : kantilever WF 150x100x6x9
3 A=72.38 I=11300,1600 E=2.1E6 W=0.568    : kolom WF 300x200x8x12
1 WG=0,0,-0.3256
2 WG=0,0,-0.2475
1,1,2  M=2 LP=-2,0 NSL=2,0
2,2,3              NSL=2,0
3,3,4  M=1 LP=-2,0 NSL=1,0
4,4,5              NSL=1,0
5,5,6              NSL=1,0
6,6,7              NSL=1,0
7,7,8              NSL=1,0
8,3,9  M=3 LP=-2,0 NSL=0,0

LOADS
2  L=1  F=0,0,-662.264
4       F=0,0,-549.640
5       F=0,0,-438.655
6       F=0,0,-335.598
7       F=0,0,-232.540
2  L=2  F=0,0,-200.496
4       F=0,0,-166.400
5       F=0.0,-132.800
6       F=0,0,-101.600
7       F=0,0,-70.400
2  L=3  F=0,0,-62.655
4       F=0,0,-52
5       F=0,0,-41.5
6       F=0,0,-31.75
7       F=0,0,-22

COMBO
1  C=1
2  C=0,1
3  C=0,0,1
4  C=1,1,1
5  C=1.2,1.6,0.8
```

ANALISA PERENCANAAN JURAI LUAR [SATUAN KG-CM]

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST END	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
1								
	1	.56						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.16	-22.89			
	2	.00						
			.0	.00	.00			
			14.5	.00	.00			
	3	.00						
			.0	.00	.00			
			14.5	.00	.00			
	4	.56						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.16	-22.89			
	5	.70						
			.0	.00	.00			
			14.5	-3.79	-27.47			
2								
	1	239.31						
			.0	-624.35	-22.89			
			212.5	-670.62	-137598.36			
	2	69.51						
			.0	-188.06	.00			
			212.5	-188.06	-39958.85			
	3	21.72						
			.0	-58.77	.00			
			212.5	-58.77	-12487.14			
	4	330.53						
			.0	-871.18	-22.89			
			212.5	-917.45	-190044.35			
	5	415.76						
			.0	-1097.14	-27.47			
			212.5	-1152.66	-239041.91			
3								
	1	-3336.24						
			.0	1368.71	-262556.50			
			76.0	1346.94	-159343.80			
	2	-695.72						
			.0	348.56	-64951.36			
			76.0	348.56	-38456.40			
	3	-217.41						
			.0	108.92	-20297.30			
			76.0	108.92	-12017.63			
	4	-4249.37						
			.0	1826.19	-347805.16			
			76.0	1804.42	-209817.83			
	5	-5290.57						
			.0	2287.29	-435227.82			
			76.0	2261.16	-262356.91			
4								
	1	-3126.43						
			.0	831.32	-159343.80			
			288.5	748.68	68562.68			
	2	-638.04						
			.0	192.46	-38456.40			
			288.5	192.46	17067.28			
	3	-199.39						
			.0	60.14	-12017.63			
			288.5	60.14	5333.52			
	4	-3963.86						
			.0	1083.93	-209817.83			
			288.5	1001.28	90963.48			

```
  5 -4962.09
                .0      1350.04   -262356.91
             288.5      1254.47    113849.68
6 ------------------------------------------------------
  3 -2943.81
                .0       337.22     98562.68
             288.5       254.58    153927.27
  2  -552.01
                .0        67.20     17067.28
             288.5        67.90     36655.27
  1  -185.00
                .0        21.22      5333.52
             288.5        21.22     11454.77
  4 -3720.82
                .0       426.54     90963.48
             288.5       343.70    202037.32
  5 -4627.79
                .0       530.25    113849.68
             288.5       431.11    252524.98
7 ------------------------------------------------------
  1 -2796.93
                .0       -60.21    153927.27
             288.5      -142.85    124637.19
  2  -556.78
                .0       -27.40     36655.27
             288.5       -27.40     28750.31
  3  -173.99
                .0        -8.56     11454.77
             288.5        -8.56      8984.47
  4 -3527.71
                .0       -96.17    202037.32
             288.5      -178.81    162371.97
  5 -4386.37
                .0      -122.94    252524.98
             288.5      -222.11    202752.70
8 ------------------------------------------------------
  1 -2684.72
                .0      -361.31    124637.19
             307.5      -449.39          .00
  2  -532.37
                .0       -93.50     28750.31
             307.5       -93.50          .00
  3  -166.36
                .0       -29.22      8984.47
             307.5       -29.22          .00
  4 -3383.45
                .0      -484.03    162371.97
             307.5      -572.11          .00
  5 -4206.54
                .0      -606.55    202752.70
             307.5      -712.24          .00
9 ------------------------------------------------------
  1 -3156.70
                .0     -2658.68    124958.14
              47.0     -2658.68          .00
  2  -768.61
                .0      -531.76     24992.51
              47.0      -531.76          .00
  3  -240.19
                .0      -166.17      7810.16
              47.0      -166.17          .00
  4 -4165.51
                .0     -3356.61    157760.81
              47.0     -3356.61          .00
  5 -5209.98
                .0     -4174.17    196185.91
              47.0     -4174.17          .00
```

ANALISA PERENCANAAN JURAI LUAR (SATUAN KG-CM)

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
6	1.1/4031	.000000	-1.206718	.000000	.000863	.000000
7	.840043	.000000	-1.277822	.000000	-.005637	.000000

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
1	-.1621E-09	-.1351E-10	-.3711E-09
6	-2658.6838	-503.8746	.0000
9	2658.6838	3156.7048	.0000

LOAD COMBINATION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
8	-531.7556	-96.9167	.0000
9	531.7556	768.6127	.0000

LOAD COMBINATION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
8	-166.1736	-30.2865	.0000
9	166.1736	240.1915	.0000

ANALISA PENGUJIAN KUDA-KUDA (BATTAM 6x4-9M)

SYSTEM
L=1

JOINTS
1 X=0 Z=0
2 X=8.438 Z=7.07
3 X=16.875 Z=0
4 X=161.25 Z=0
5 X=355.13 Z=0
6 X=520.88 Z=0
7 X=701.51 Z=4.5
8 X=874.37 Z=8.85
9 X=950.25 Z=11.7
10 X=987.63 Z=13.5
11 X=1071.3 Z=9.04
12 X=1244.25 Z=4.5
13 X=1417.37 Z=0.05
14 X=1490.65 Z=-1.8
15 X=1636.88 Z=-3.6
16 X=1769.85 Z=-5.35
17 X=1772.40 Z=0
18 X=136.3 Z=29.9
19 X=1636.38 Z=29.9

RESTRAINTS
18,19,1 R=1,1,1,1,0,1

FRAME
NM=3 NL=2
1 SH=I T=15,12.5,0.9,0.6,12.5,0.9 E=2.1E6 : balok WF 250x125x6x9
2 SH=I T=14.8,10,0.9,0.6,10,0.9 E=2.1E6 : kantilever WF 150x100x6x9
3 SH=I T=29.4,20,1.2,0.8,20,1.2 E=2.1E6 W=0.568 : kolom WF 300x200x8x12
1 WG=0,0,-0.3256
2 WG=0,0,-0.268
1,1,2 M=2 LP=-2,0 NSL=2,0 G=1,1,1,1
3,3,4 M=1 LP=-2,0 NSL=1,0 G=5,1,1,1
9,9,10 NSL=1,0 G=5,1,1,1
15,15,16 M=2 NSL=2,0 G=1,1,1,1
17,18,3 M=3 LP=-2,0 NSL=0
18,19,15 M=3 LP=-2,0 NSL=0

LOADS
2,16,4 L=1 F=0,0,-1032.214
4,14,10 F=0,0,-919.59
5,13,8 F=0,0,-824.46
6,12,6 F=0,0,-697.62
7,11,4 F=0,0,-602.49
8,10,2 F=0,0,-475.65
9 F=0,0,-1012.0743
2,16,4 L=2 F=0,0,-312.496
4,14,10 F=0,0,-278.4
5,13,8 F=0,0,-249.6
6,12,6 F=0,0,-211.2
7,11,4 F=0,0,-182.4
8,10,2 F=0,0,-144
9 F=0,0,-213.667
2 L=3 F=0,0,-97.655
4 F=0,0,-87
5 F=0,0,-78
6 F=0,0,-66
7 F=0,0,-57
8 F=0,0,-45
9 F=0,0,-71.6899
10 F=0,0,87*2
11 F=0,0,78*2
12 F=0,0,66*2
13 F=0,0,57*2

```
4              F=0.0,40.*
5              F=0.0,36.*
6              F=0.,0,36.*

COMBO
   1
   C=0,0
   C=0,0,1
   C=1,1,1
   C=1.2,1.6,0.*
```


ANALISA PERENCANAAN KUDA-KUDA (BATANG BG-DM)

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

SLT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST END	2-2 PLANE SHEAR	2-2 PLANE MOMENT	3-3 PLANE SHEAR	3-3 PLANE MOMENT	AXIAL TOR.
1								
	1	.59						
			.0	.00	.00			
			10.1	-2.03	-10.25			
	2	.00						
			.0	.00	.00			
			10.1	.00	.00			
	3	.00						
			.0	.00	.00			
			10.1	.00	.00			
	4	.39						
			.0	.00	.00			
			10.1	-2.03	-10.25			
	5	.70						
			.0	.00	.00			
			10.1	-2.44	-12.30			
2								
	1	516.14						
			.0	-901.39	-10.25			
			146.4	-931.17	-134151.40			
	2	153.37						
			.0	-272.27	.00			
			146.4	-272.27	-39859.80			
	3	47.93						
			.0	-85.08	.00			
			146.4	-85.08	-12456.19			
	4	717.43						
			.0	-1258.75	-10.25			
			146.4	-1288.53	-186467.39			
	5	903.10						
			.0	-1585.37	-12.30			
			146.4	-1621.11	-234722.32			
3								
	1	-7260.43						
			.0	2162.38	-371234.93			
			53.6	2157.23	-255139.63			
	2	-2021.75						
			.0	625.03	-105321.49			
			53.6	625.03	-71800.06			
	3	77.97						
			.0	177.88	-4948.87			
			53.6	177.88	4590.92			
	4	-8204.21						
			.0	2971.79	-481504.69			
			53.6	2960.13	-322408.76			
	5	-11804.94						
			.0	3746.21	-617954.67			
			53.6	3731.02	-417446.91			
4								
	1	-6717.12						

```
                .0      1570.06  -255199.63
             200.0      1521.33    53921.11
  2 -1863.60
                .0       442.53    31000.46
             200.0       442.51    16640.15
  3   136.59
                .0       100.20     4530.92
             200.0       100.20    24630.58
  4 -6454.13
                .0      1712.47  -303408.76
             200.0      1663.63    95191.84
  5-10941.43
                .0      1671.77  -417446.91
             200.0      1613.16   111034.04
5 ---------------------------------------------
  1 -6276.65
                .0       807.34    53921.11
             200.0       758.65   210528.39
  2 -1733.79
                .0       226.13    16640.15
             200.0       226.13    61863.58
  3   165.59
                .0        32.64    24630.58
             200.0        32.64    31159.03
  4 -7849.84
                .0      1066.26    95191.84
             200.0      1017.43   303550.99
  5-10181.56
                .0      1356.91   111034.04
             200.0      1298.30   376543.01
6 ---------------------------------------------
  1 -5383.55
                .0      -739.69   210528.39
             200.0      -788.53    57710.54
  2 -1476.94
                .0      -227.48    61863.58
             200.0      -227.48    16368.92
  3   198.59
                .0       -24.51    31159.03
             200.0       -24.51    26257.88
  4 -6661.90
                .0      -991.67   303550.99
             200.0     -1040.51   100337.35
  5 -8664.49
                .0     -1271.19   376543.01
             200.0     -1329.80   116449.24
7 ---------------------------------------------
  1 -5054.11
                .0     -1310.26    57710.54
             200.0     -1359.10  -209249.57
  2 -1385.74
                .0      -385.43    16368.92
             200.0      -385.43   -60724.16
  3   227.09
                .0       -73.87    26257.88
             200.0       -73.87    11482.38
  4 -6212.76
                .0     -1769.56   100337.35
             200.0     -1818.40  -258491.35
  5 -8100.44
                .0     -2240.10   116449.24
             200.0     -2306.71  -339072.23
8 ---------------------------------------------
  1 -4802.04
                .0     -1766.86  -209249.57
            13.3       -1772.11  -232815.20
  2 -1313.97
                .0      -509.54   -60724.16
            13.3        -509.54   -67506.34
```

```
                  .0      -161.49     71512.27
     5 -9524.08
                  .0     -2376.74    147600.51
                200.0     -2395.35    106393.40
13 ---------------------------------------------
     2 -6359.54
                  .0     -1601.60     76193.20
                200.0     -1950.72   -109063.64
     3 -1785.34
                  .0      -254.71     23382.88
                200.0      -254.71    -27558.35
     4   279.13
                  .0       163.99    -28063.81
                200.0       163.99      4734.47
     4 -7035.79
                  .0      -992.60     71512.27
                200.0     -1041.44   -131887.53
     5-10216.63
                  .0     -1358.61    106393.40
                200.0     -1417.21   -171182.16
14 ---------------------------------------------
     1 -7426.85
                  .0     -2427.10   -109063.64
               53.6      -2439.76   -239572.34
     2 -2072.13
                  .0      -706.74    -27558.35
               53.6       -706.74    -65461.69
     3   331.00
                  .0       232.45      4734.47
               53.6        232.45     17201.12
     4 -9167.98
                  .0     -2901.39   -131887.53
               53.6      -2914.04   -287832.90
     5-11962.83
                  .0     -3857.34   -171182.16
               53.6      -3872.52   -378464.61
15 ---------------------------------------------
     1     9.54
                  .0        31.83     -2489.41
              146.4          2.04       -10.26
     2      .00
                  .0         .00          .00
              146.4          .00          .00
     3   -37.30
                  .0       -66.22      9693.80
              146.4        -66.22          .00
     4   -27.76
                  .0       -34.39      7204.39
              146.4        -64.17       -10.26
     5   -18.39
                  .0       -14.78      4767.75
              146.4        -50.52       -12.31
16 ---------------------------------------------
     1      .59
                  .0         2.03       -10.26
               10.1          .00          .00
     2      .00
                  .0         .00          .00
               10.1          .00          .00
     3      .00
                  .0         .00          .00
               10.1          .00          .00
     4      .59
                  .0         2.03       -10.26
               10.1          .00          .00
     5      .70
                  .0         2.44       -12.31
               10.1          .00          .00
17 ---------------------------------------------
```

```
 1  6728.56
                .0      5044.32          .00
              47.0     -5044.32  -237082.93
 2  1905.68
                .       -1392.80          .00
              47.0      1392.80   -65461.69
 3  -530.27
                .0       159.73          .00
              47.0       159.73     7507.32
 4  6956.29
                .0      -6277.39          .00
              47.0      -6277.39  -295037.29
 5 -11289.69
                .0      -8153.88          .00
              47.0      -8153.88  -383232.36
 1 ----------------------------------------------------------------
 1 -6013.43
                .0      5044.32          .00
              47.0      5044.32   237082.93
 2 -2683.47
                .0      1392.80          .00
              47.0      1392.80    65461.69
 3   529.59
                .0      -159.73          .00
              47.0      -159.73    -7507.32
 4 -6279.01
                .0      6277.39          .00
              47.0      6277.39   295037.29
 5 -9499.92
                .0      8153.88          .00
              47.0      8153.88   383232.36
```


ANALISA PERENCANAAN KUDA-KUDA [SATUAN KG-CM]

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
6	.777510	.000000	-1.501727	.000000	.000313	.000000

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
18	5044.3176	6728.5783	.0000
19	-5044.3176	6013.4288	.0000

LOAD COMBINATION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

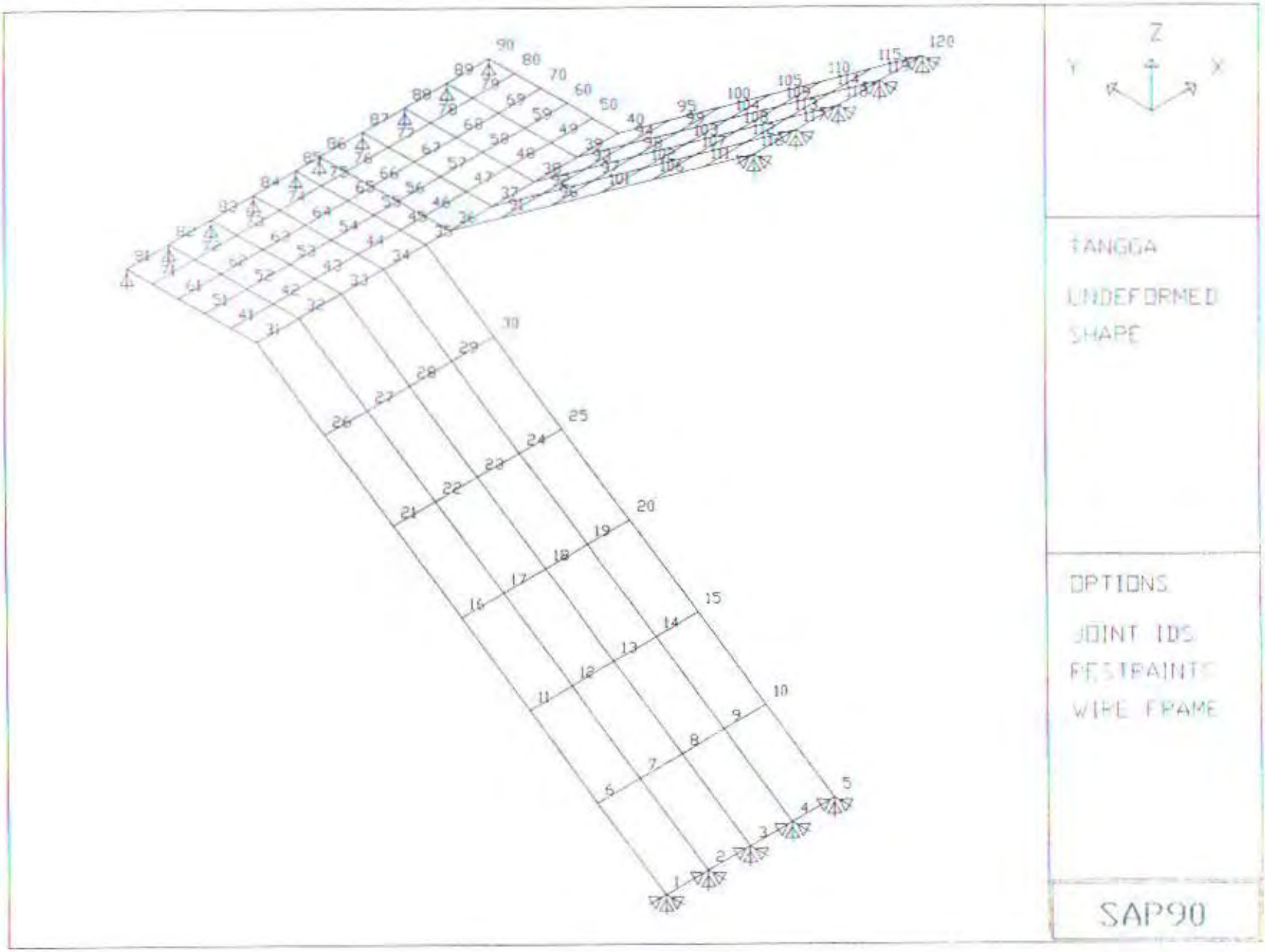
JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
18	1392.8018	1905.6789	.0000
19	-1392.8018	1689.1721	.0000

LOAD COMBINATION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Z)	M(Y)
18	-159.7302	208.1344	.0000
19	159.7302	-533.5895	.0000

```
ANALISA STRUKTUR TANGGA TIPE 1 WISMA CITRADIA (KT - M)
C BY NOVAN ARIF HIDAYAT (3196.100.239)
:
SYSTEM
L=1
:
JOINT
C TANGGA BAWAH
1   X=0     Y=0       Z=0
6   X=1.40  Y=0       Z=0
31  X=0     Y=1.36    Z=2.310
35  X=1.40  Y=1.36    Z=2.310      Q=1,5,31,35,1,5
C TANGGA ATAS
36  X=1.60  Y=3.36    Z=2.310
40  X=3.00  Y=3.36    Z=2.310      Q=36,40,1
91  X=1.60  Y=2.94    Z=1.610
95  X=3.00  Y=2.94    Z=1.610
116 X=1.60  Y=1.36    Z=4.110
120 X=3.00  Y=1.36    Z=4.110      Q=91,95,116,120,1,5
C BORDES
41  X=0     Y=3.575   Z=2.310
45  X=1.40  Y=3.575   Z=2.310
81  X=0     Y=4.435   Z=2.310
85  X=1.40  Y=4.435   Z=2.310      Q=41,45,81,85,1,10
46  X=1.60  Y=3.575   Z=2.310
50  X=3.00  Y=3.575   Z=2.310
86  X=1.60  Y=4.435   Z=2.310
90  X=3.00  Y=4.435   Z=2.310      Q=46,50,86,90,1,10
:
RESTRAINTS
1,120,1   R=0,0,0,0,0,0
1,5,1     R=1,1,1,0,1,1
116,120,1 R=1,1,1,0,1,1
81,90,1   R=1,0,1,0,1,1
:
SHELL
NM=1
1  E=2519523765  U=0.15
C PELAT TANGGA BAWAH
1  JQ=1,2,6,7      M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,6
C PELAT TANGGA ATAS
25 JQ=36,37,91,92  M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,1
29 JQ=91,92,96,97  M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,5
C PELAT BORDES
49 JQ=31,32,41,42  M=1   ETYPE=0   TH=0.18     G=9,5
:
LOADS
C PELAT TANGGA BAWAH
31,35,4    L=1     F=0,0,-0.35*0.56*1267.2/4
32,34,1            F=0,0,-0.35*0.56*1267.2/4
6,26,5             F=0,0,-0.35*0.56*1267.2/2
10,30,5            F=0,0,-0.35*0.56*1267.2/2
7,27,5             F=0,0,-0.35*0.56*1267.2
8,28,5             F=0,0,-0.35*0.56*1267.2
9,29,5             F=0,0,-0.35*0.56*1267.2
C PELAT TANGGA ATAS
36,40,4    L=1     F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
37,39,4            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
91,111,5           F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
95,115,5           F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
92,112,5           F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
93,113,5           F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
94,114,5           F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
C PELAT BORDES
31,35,4    L=1     F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/4
35,40,4            F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/4
35,36,4            F=0,0,-0.20*0.215*1137.6/4
32,34,1            F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/2
37,39,1            F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/2
:
POTENTIAL
41,90,1   P=-1137.6,-1137.6
```

```
ANALISA STRUKTUR TANGGA TIPE - WISMA ATLETIA (KG - M)
C BY NOVAN ARIF HIDAYAT [illegible]
;
SYSTEM
L=1
;
JOINTS
C PELAT TANGGA BAWAH
1   X=0     Y=0       Z=0
5   X=1.40  Y=0       Z=0
31  X=0     Y=2.42    Z=1.80
35  X=1.40  Y=2.52    Z=1.80      Q=1,5,31,35,1,5
C PELAT TANGGA ATAS
36  X=1.60  Y=2.52    Z=1.80
40  X=3.00  Y=2.52    Z=1.80      Q=36,40,1
91  X=1.60  Y=2.10    Z=2.10
95  X=3.00  Y=2.10    Z=2.10
116 X=1.60  Y=0       Z=3.60
120 X=3.00  Y=0       Z=3.60      Q=91,95,116,120,1,5
C PELAT BORDES
41  X=0     Y=2.735   Z=1.80
45  X=1.40  Y=2.735   Z=1.80
81  X=0     Y=3.595   Z=1.80
85  X=1.40  Y=3.595   Z=1.80      Q=41,45,81,85,1,10
46  X=1.60  Y=2.735   Z=1.80
50  X=3.00  Y=2.735   Z=1.80
86  X=1.60  Y=3.595   Z=1.80
90  X=3.00  Y=3.595   Z=1.80      Q=46,50,86,90,1,10
;
RESTRAINTS
1,120,1    R=0,0,0,0,0,0
1,5,1      R=1,1,1,0,1,1
116,120,1  R=1,1,1,0,1,1
81,90,1    R=1,0,1,0,1,1
;
SHELL
NM=1
1  E=2519523765  U=0.15
C PELAT TANGGA BAWAH
1  JQ=1,2,6,7       M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,6
C PELAT TANGGA ATAS
25 JQ=36,37,91,92   M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,1
29 JQ=91,92,96,97   M=1   ETYPE=0   TH=0.225    G=4,5
C PELAT BORDES
49 JQ=31,32,41,42   M=1   ETYPE=0   TH=0.180    G=9,5
;
LOADS
C PELAT TANGGA BAWAH
31,35,4     L=1     F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
32,34,1             F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
6,26,5              F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
10,30,5             F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
7,27,5              F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
8,28,5              F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
9,29,5              F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
C PELAT TANGGA ATAS
36,40,4     L=1     F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
37,39,4             F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/4
91,111,5            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
95,115,5            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2/2
92,112,5            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
93,113,5            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
94,114,5            F=0,0,-0.35*0.42*1267.2
C PELAT BORDES
31,35,4     L=1     F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/4
35,40,4             F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/4
35,36,4             F=0,0,-0.20*0.215*1137.6/4
32,34,1             F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/2
37,38,1             F=0,0,-0.35*0.215*1137.6/2
;
POTENTIAL
41,90,1    P=-1137.6,-1137.6
```


Z
Y
X
TANGGA
UNDEFORMED
SHAPE
OPTIONS
JOINT IDS
RESTRAINTS
WIRE FRAME
SAP90

```
ANALISA STRUKTUR UTAMA KOMPOSIT BAJA - BETON
C GEDUNG WISMA STIESIA (T-M)
C NOVAN ARIF HIDAYAT (3196.109.239)

SYSTEM
L=6  V=7  T=0.0001

JOINTS
C LANTAI 1
101  X=0   Y=0   Z=0
103  X=21  Y=0   Z=0   G=101,103,1
104  X=31  Y=0   Z=0
106  X=49  Y=0   Z=0   G=104,106,1
107  X=0   Y=2   Z=0
108  X=3   Y=2   Z=0
109  X=49  Y=2   Z=0
110  X=52  Y=2   Z=0
111  X=0   Y=6   Z=0
112  X=3   Y=6   Z=0
114  X=21  Y=6   Z=0   G=112,114,1
115  X=31  Y=6   Z=0
117  X=49  Y=6   Z=0   G=115,117,1
118  X=52  Y=6   Z=0
119  X=0   Y=9   Z=0
120  X=3   Y=9   Z=0
122  X=21  Y=9   Z=0   G=120,122,1
123  X=31  Y=9   Z=0
125  X=49  Y=9   Z=0   G=123,125,1
126  X=52  Y=9   Z=0
127  X=0   Y=13  Z=0
129  X=3   Y=13  Z=0
129  X=49  Y=13  Z=0
130  X=52  Y=13  Z=0
131  X=3   Y=15  Z=0
133  X=21  Y=15  Z=0   G=131,133,1
134  X=31  Y=15  Z=0
136  X=49  Y=15  Z=0   G=134,136,1
C LANTAI 2
201  X=3   Y=0   Z=4
203  X=21  Y=0   Z=4   G=201,203,1
204  X=31  Y=0   Z=4
206  X=49  Y=0   Z=4   G=204,206,1
207  X=0   Y=2   Z=4
208  X=3   Y=2   Z=4
209  X=49  Y=2   Z=4
210  X=52  Y=2   Z=4
211  X=0   Y=6   Z=4
212  X=3   Y=6   Z=4
216  X=21  Y=6   Z=4   G=212,216,1
218  X=31  Y=6   Z=4   G=216,218,1
222  X=49  Y=6   Z=4   G=218,222,1
223  X=52  Y=6   Z=4
224  X=0   Y=9   Z=4
225  X=3   Y=9   Z=4
229  X=21  Y=9   Z=4   G=225,229,1
231  X=31  Y=9   Z=4   G=229,231,1
235  X=49  Y=9   Z=4   G=231,235,1
236  X=52  Y=9   Z=4
237  X=0   Y=13  Z=4
238  X=3   Y=13  Z=4
239  X=49  Y=13  Z=4
240  X=52  Y=13  Z=4
241  X=3   Y=15  Z=4
243  X=21  Y=15  Z=4   G=241,243,1
244  X=31  Y=15  Z=4
246  X=49  Y=15  Z=4   G=244,246,1
247  X=7.5  Y=0  Z=4
248  X=44.5 Y=15 Z=4
249  X=44.5 Y=0  Z=4
250  X=7.5  Y=15 Z=4
251  X=26   Y=15 Z=4
C LANTAI 3
301  X=3   Y=0   Z=7.6
303  X=21  Y=0   Z=7.6  G=301,303,1
304  X=31  Y=0   Z=7.6
306  X=49  Y=0   Z=7.6  G=304,306,1
307  X=0   Y=2   Z=7.6
```

```
308  X=3   Y=2   Z=7.6
309  X=49  Y=2   Z=7.6
310  X=52  Y=2   Z=7.6
311  X=0   Y=6   Z=7.6
312  X=3   Y=6   Z=7.6
316  X=21  Y=6   Z=7.6  G=312,316,1
318  X=31  Y=6   Z=7.6  G=316,318,1
322  X=49  Y=6   Z=7.6  G=318,322,1
323  X=52  Y=6   Z=7.6
324  X=0   Y=9   Z=7.6
325  X=3   Y=9   Z=7.6
329  X=21  Y=9   Z=7.6  G=325,329,1
331  X=31  Y=9   Z=7.6  G=329,331,1
335  X=49  Y=9   Z=7.6  G=331,335,1
336  X=52  Y=9   Z=7.6
337  X=0   Y=13  Z=7.6
338  X=3   Y=13  Z=7.6
339  X=49  Y=13  Z=7.6
340  X=52  Y=13  Z=7.6
341  X=3   Y=15  Z=7.6
343  X=21  Y=15  Z=7.6  G=341,343,1
344  X=31  Y=15  Z=7.6
346  X=49  Y=15  Z=7.6  G=344,346,1
347  X=7.5  Y=0  Z=7.6
348  X=44.5 Y=15 Z=7.6
349  X=44.5 Y=0  Z=7.6
350  X=7.5  Y=15 Z=7.6
351  X=26   Y=15 Z=7.6
C LANTAI 4
401  X=3   Y=0   Z=11.2
403  X=21  Y=0   Z=11.2 G=401,403,1
404  X=31  Y=0   Z=11.2
406  X=49  Y=0   Z=11.2 G=404,406,1
407  X=0   Y=2   Z=11.2
408  X=3   Y=2   Z=11.2
409  X=49  Y=2   Z=11.2
410  X=52  Y=2   Z=11.2
411  X=0   Y=6   Z=11.2
412  X=3   Y=6   Z=11.2
416  X=21  Y=6   Z=11.2 G=412,416,1
418  X=31  Y=6   Z=11.2 G=416,418,1
422  X=49  Y=6   Z=11.2 G=418,422,1
423  X=52  Y=6   Z=11.2
424  X=0   Y=9   Z=11.2
425  X=3   Y=9   Z=11.2
429  X=21  Y=9   Z=11.2 G=425,429,1
431  X=31  Y=9   Z=11.2 G=429,431,1
435  X=49  Y=9   Z=11.2 G=431,435,1
436  X=52  Y=9   Z=11.2
437  X=0   Y=13  Z=11.2
438  X=3   Y=13  Z=11.2
439  X=49  Y=13  Z=11.2
440  X=52  Y=13  Z=11.2
441  X=3   Y=15  Z=11.2
443  X=21  Y=15  Z=11.2 G=441,443,1
444  X=31  Y=15  Z=11.2
446  X=49  Y=15  Z=11.2 G=444,446,1
447  X=7.5  Y=0  Z=11.2
448  X=44.5 Y=15 Z=11.2
449  X=44.5 Y=0  Z=11.2
450  X=7.5  Y=15 Z=11.2
451  X=26   Y=15 Z=11.2
C LANTAI 5
501  X=3   Y=0   Z=14.8
503  X=21  Y=0   Z=14.8 G=501,503,1
504  X=31  Y=0   Z=14.8
506  X=49  Y=0   Z=14.8 G=504,506,1
507  X=0   Y=2   Z=14.8
508  X=3   Y=2   Z=14.8
509  X=49  Y=2   Z=14.8
510  X=52  Y=2   Z=14.8
511  X=0   Y=6   Z=14.8
512  X=3   Y=6   Z=14.8
516  X=21  Y=6   Z=14.8 G=512,516,1
518  X=31  Y=6   Z=14.8 G=516,518,1
522  X=49  Y=6   Z=14.8 G=518,522,1
523  X=52  Y=6   Z=14.8
```

```
524  X=0    Y=9    Z=14.8
525  X=3    Y=9    Z=14.8
529  X=21   Y=9    Z=14.8 G=525,529,1
531  X=31   Y=9    Z=14.8 G=529,531,1
535  X=49   Y=9    Z=14.8 G=531,535,1
536  X=52   Y=9    Z=14.8
537  X=0    Y=13   Z=14.8
538  X=3    Y=13   Z=14.8
539  X=49   Y=13   Z=14.8
540  X=52   Y=13   Z=14.8
541  X=3    Y=15   Z=14.8
543  X=21   Y=15   Z=14.8 G=541,543,1
544  X=31   Y=15   Z=14.8
546  X=49   Y=15   Z=14.8 G=544,546,1
547  X=7.5  Y=0    Z=14.6
548  X=44.5 Y=13   Z=14.6
549  X=44.5 Y=0    Z=14.6
550  X=7.5  Y=15   Z=14.6
551  X=26   Y=15   Z=14.6
C LANTAI 6
601  X=3    Y=0    Z=18.4
603  X=21   Y=0    Z=18.4 G=601,603,1
604  X=31   Y=0    Z=18.4
606  X=49   Y=0    Z=18.4 G=604,606,1
607  X=0    Y=2    Z=18.4
608  X=3    Y=2    Z=18.4
609  X=49   Y=2    Z=18.4
610  X=52   Y=2    Z=18.4
611  X=0    Y=6    Z=18.4
612  X=3    Y=6    Z=18.4
616  X=21   Y=6    Z=18.4 G=612,616,1
618  X=31   Y=6    Z=18.4 G=616,618,1
622  X=49   Y=6    Z=18.4 G=618,622,1
623  X=52   Y=6    Z=18.4
624  X=0    Y=9    Z=18.4
625  X=3    Y=9    Z=18.4
629  X=21   Y=9    Z=18.4 G=625,629,1
631  X=31   Y=9    Z=18.4 G=629,631,1
635  X=49   Y=9    Z=18.4 G=631,635,1
636  X=52   Y=9    Z=18.4
637  X=0    Y=13   Z=18.4
638  X=3    Y=13   Z=18.4
639  X=49   Y=13   Z=18.4
640  X=52   Y=13   Z=18.4
641  X=3    Y=15   Z=18.4
643  X=21   Y=15   Z=18.4 G=641,643,1
644  X=31   Y=15   Z=18.4
646  X=49   Y=15   Z=18.4 G=644,646,1
647  X=7.5  Y=0    Z=18.4
648  X=44.5 Y=15   Z=18.4
649  X=44.5 Y=0    Z=18.4
650  X=7.5  Y=15   Z=18.4
651  X=26   Y=15   Z=18.4
C LANTAI 7
701  X=3    Y=0    Z=22
703  X=21   Y=0    Z=22   G=701,703,1
704  X=31   Y=0    Z=22
706  X=49   Y=0    Z=22   G=704,706,1
707  X=0    Y=2    Z=22
708  X=3    Y=2    Z=22
709  X=49   Y=2    Z=22
710  X=52   Y=2    Z=22
711  X=0    Y=6    Z=22
712  X=3    Y=6    Z=22
716  X=21   Y=6    Z=22   G=712,716,1
718  X=31   Y=6    Z=22   G=716,718,1
722  X=49   Y=6    Z=22   G=718,722,1
723  X=52   Y=6    Z=22
724  X=0    Y=9    Z=22
725  X=3    Y=9    Z=22
729  X=21   Y=9    Z=22   G=725,729,1
731  X=31   Y=9    Z=22   G=729,731,1
735  X=49   Y=9    Z=22   G=731,735,1
736  X=52   Y=9    Z=22
737  X=0    Y=13   Z=22
738  X=3    Y=13   Z=22
739  X=49   Y=13   Z=22
```

```
740  X=5.  Y=13  Z=22
741  X=3   Y=15  Z=22
743  X=21  Y=15  Z=22   G=741,743,1
744  X=31  Y=15  Z=22
746  X=49  Y=15  Z=22   G=744,746,1
747  X=7.5  Y=0  Z=22
748  X=44.5 Y=15 Z=22
749  X=44.5 Y=0  Z=22
750  X=7.5  Y=15 Z=22
751  X=26   Y=15 Z=22
C LANTAI 8
801  X=3   Y=0   Z=25.6
803  X=21  Y=0   Z=25.6 G=801,803,1
804  X=31  Y=0   Z=25.6
806  X=49  Y=0   Z=25.6 G=804,806,1
807  X=0   Y=2   Z=25.6
808  X=3   Y=2   Z=25.6
809  X=49  Y=2   Z=25.6
810  X=52  Y=2   Z=25.6
811  X=0   Y=6   Z=25.6
812  X=3   Y=6   Z=25.6
816  X=21  Y=6   Z=25.6 G=812,816,1
818  X=31  Y=6   Z=25.6 G=816,818,1
822  X=49  Y=6   Z=25.6 G=818,822,1
823  X=52  Y=6   Z=25.6
824  X=0   Y=9   Z=25.6
825  X=3   Y=9   Z=25.6
829  X=21  Y=9   Z=25.6 G=825,829,1
831  X=31  Y=9   Z=25.6 G=829,831,1
835  X=49  Y=9   Z=25.6 G=831,835,1
836  X=52  Y=9   Z=25.6
837  X=0   Y=13  Z=25.6
838  X=3   Y=13  Z=25.6
839  X=49  Y=13  Z=25.6
840  X=52  Y=13  Z=25.6
841  X=3   Y=15  Z=25.6
843  X=21  Y=15  Z=25.6 G=841,843,1
844  X=31  Y=15  Z=25.6
846  X=49  Y=15  Z=25.6 G=844,846,1
847  X=7.5  Y=0  Z=25.6
848  X=44.5 Y=15 Z=25.6
849  X=44.5 Y=0  Z=25.6
850  X=7.5  Y=15 Z=25.6
851  X=26   Y=15 Z=25.6
C RING BALK
901  X=3   Y=0   Z=29.6
903  X=21  Y=0   Z=29.6   G=901,903,1
904  X=31  Y=0   Z=29.6
906  X=49  Y=0   Z=29.6   G=904,906,1
907  X=0   Y=2   Z=29.6
908  X=3   Y=2   Z=29.6
909  X=49  Y=2   Z=29.6
910  X=52  Y=2   Z=29.6
911  X=0   Y=6   Z=29.6
912  X=3   Y=6   Z=29.6
914  X=21  Y=6   Z=29.6   G=912,914,1
915  X=31  Y=6   Z=29.6
917  X=49  Y=6   Z=29.6   G=915,917,1
918  X=52  Y=6   Z=29.6
919  X=0   Y=9   Z=29.6
920  X=3   Y=9   Z=29.6
922  X=21  Y=9   Z=29.6   G=920,922,1
923  X=24  Y=9   Z=29.6
924  X=26  Y=9   Z=29.6
925  X=31  Y=9   Z=29.6
927  X=49  Y=9   Z=29.6   G=925,927,1
929  X=52  Y=9   Z=29.6
929  X=0   Y=13  Z=29.6
930  X=3   Y=13  Z=29.6
931  X=49  Y=13  Z=29.6
932  X=52  Y=13  Z=29.6
933  X=3   Y=15  Z=29.6
935  X=21  Y=15  Z=29.6   G=933,935,1
936  X=31  Y=15  Z=29.6
938  X=49  Y=15  Z=29.6   G=936,938,1
947  X=7.5  Y=0  Z=29.6
949  X=44.5 Y=15 Z=29.6
```

```
949  X=44.5 Y=0  Z=29.6
950  X=7.5  Y=15 Z=29.6
951  X=26   Y=15 Z=29.6
C MASTER JOINT
2500  X=25.033954  Y=8.362700  Z=4     : 2nd FLOOR
3500  X=24.929647  Y=7.041279  Z=7.6   : 3rd FLOOR
4500  X=25.125093  Y=7.277133  Z=11.2  : 4th FLOOR
5500  X=25.125093  Y=7.277133  Z=14.8  : 5th FLOOR
6500  X=25.112024  Y=7.210542  Z=18.4  : 6th FLOOR
7500  X=25.269997  Y=7.167068  Z=22    : 7th FLOOR
8500  X=25.191940  Y=7.276237  Z=25.6  : 8th FLOOR
9500  X=26.008181  Y=7.729899  Z=29.6  : RING BALK (TOP BEAM LEVEL)

RESTRAINTS
101,136,1          R=1,1,1,1,1,1   : FIX BASE
2500,9500,1000     R=0,0,1,1,1,0   : MASTER JOINT
247,251,1          R=1,1,0,1,1,1
347,351,1          R=1,1,0,1,1,1
447,451,1          R=1,1,0,1,1,1
547,551,1          R=1,1,0,1,1,1
647,651,1          R=1,1,0,1,1,1
747,751,1          R=1,1,0,1,1,1
847,851,1          R=1,1,0,1,1,1
947,951,1          R=1,1,0,1,1,1
213,221,2          R=1,1,0,1,1,1
226,234,2          R=1,1,0,1,1,1
313,321,2          R=1,1,0,1,1,1
326,334,2          R=1,1,0,1,1,1
413,421,2          R=1,1,0,1,1,1
426,434,2          R=1,1,0,1,1,1
513,521,2          R=1,1,0,1,1,1
526,534,2          R=1,1,0,1,1,1
613,621,2          R=1,1,0,1,1,1
626,634,2          R=1,1,0,1,1,1
713,721,2          R=1,1,0,1,1,1
726,734,2          R=1,1,0,1,1,1
813,821,2          R=1,1,0,1,1,1
826,834,2          R=1,1,0,1,1,1
923,924,1          R=1,1,0,1,1,1

CONSTRAINTS
201,212,1          C=2500,2500,0,0,0,2500   I=0,0,0,0,0,0
214,222,2          C=2500,2500,0,0,0,2500   I=0,0,0,0,0,0
223,225,1          C=2500,2500,0,0,0,2500   I=0,0,0,0,0,0
227,235,2          C=2500,2500,0,0,0,2500   I=0,0,0,0,0,0
236,246,1          C=2500,2500,0,0,0,2500   I=0,0,0,0,0,0
301,312,1          C=3500,3500,0,0,0,3500   I=0,0,0,0,0,0
314,322,2          C=3500,3500,0,0,0,3500   I=0,0,0,0,0,0
323,325,1          C=3500,3500,0,0,0,3500   I=0,0,0,0,0,0
327,335,2          C=3500,3500,0,0,0,3500   I=0,0,0,0,0,0
336,346,1          C=3500,3500,0,0,0,3500   I=0,0,0,0,0,0
401,412,1          C=4500,4500,0,0,0,4500   I=0,0,0,0,0,0
414,422,2          C=4500,4500,0,0,0,4500   I=0,0,0,0,0,0
423,425,1          C=4500,4500,0,0,0,4500   I=0,0,0,0,0,0
427,435,2          C=4500,4500,0,0,0,4500   I=0,0,0,0,0,0
436,446,1          C=4500,4500,0,0,0,4500   I=0,0,0,0,0,0
501,512,1          C=5500,5500,0,0,0,5500   I=0,0,0,0,0,0
514,522,2          C=5500,5500,0,0,0,5500   I=0,0,0,0,0,0
523,525,1          C=5500,5500,0,0,0,5500   I=0,0,0,0,0,0
527,535,2          C=5500,5500,0,0,0,5500   I=0,0,0,0,0,0
536,546,1          C=5500,5500,0,0,0,5500   I=0,0,0,0,0,0
601,612,1          C=6500,6500,0,0,0,6500   I=0,0,0,0,0,0
614,622,2          C=6500,6500,0,0,0,6500   I=0,0,0,0,0,0
623,625,1          C=6500,6500,0,0,0,6500   I=0,0,0,0,0,0
627,635,2          C=6500,6500,0,0,0,6500   I=0,0,0,0,0,0
636,646,1          C=6500,6500,0,0,0,6500   I=0,0,0,0,0,0
701,712,1          C=7500,7500,0,0,0,7500   I=0,0,0,0,0,0
714,722,2          C=7500,7500,0,0,0,7500   I=0,0,0,0,0,0
723,725,1          C=7500,7500,0,0,0,7500   I=0,0,0,0,0,0
727,735,2          C=7500,7500,0,0,0,7500   I=0,0,0,0,0,0
736,746,1          C=7500,7500,0,0,0,7500   I=0,0,0,0,0,0
801,812,1          C=8500,8500,0,0,0,8500   I=0,0,0,0,0,0
814,822,2          C=8500,8500,0,0,0,8500   I=0,0,0,0,0,0
823,825,1          C=8500,8500,0,0,0,8500   I=0,0,0,0,0,0
827,835,2          C=8500,8500,0,0,0,8500   I=0,0,0,0,0,0
836,846,1          C=8500,8500,0,0,0,8500   I=0,0,0,0,0,0
901,922,1          C=9500,9500,0,0,0,9500   I=0,0,0,0,0,0
```

```
925,938,1     C=9500,9500,0,0,0,9500    I=0,0,0,0,0,0

MASSES
3500          M=67.8591,67.8591,0,0,0,[illegible] : LANTAI 2
3509          M=60.4263,60.4263,0,0,0,[illegible] : LANTAI 3
4500,9500,1000 M=76.2629,76.2629,0,0,0,[illegible] : LANTAI 4&5
6500          M=73.6941,73.6941,0,0,0,[illegible] : LANTAI 6
7500          M=74.9867,74.9867,0,0,0,[illegible] : LANTAI 7
8500          M=76.4057,76.4057,0,0,0,[illegible] : LANTAI 8
9500          M=39.7015,39.7015,0,0,0,[illegible] : RING BALK

FRAME
NM=7  NL=117  D=1
1 A=3.766E-3 I=4.05E-5,2.94E-6 W=0.0296 E=2.1E7     : BALOK WF250x125x6x9
2 A=4.697E-3 I=7.21E-5,5.09E-6 W=0.0367 E=2.1E7     : BALOK WF300x150x6.5x9
3 A=7.339E-3 I=1.13E-4,1.60E-5 W=0.0569 E=2.1E7     : BALOK WF300x200x8X12
4 A=0.75*0.25 I=[illegible] W=0.4682 E=21744140.32 : KOLOM WF500x300x10X14
(KOMPOSIT 50x50)
5 A=0.75*0.36 I=9.1E-3,9.1E-3 W=0.9935 E=20474048.63 : KOLOM WF400x400x13x21 (KOMPOSIT 60x60)
6 A=9.219E-3  I=1.080E-4,3.65E-6 W=0.0724 E=2.1E7   : BRESING WF250x250x9x14
7 A=9.676E-3  I=3.35E-4,1.97E-5 W=0.076  E=2.1E7    : BALOK WF450x200x9x14
C BEBAN MATI PADA BALOK SUMBU X SEBELUM KOMPOSIT
1 PLD=2.25,-2.277,0,4.5,-2.277,0,6.75,-2.277,0                    :A,A1
2 PLD=1.5,-1.015                                                  :B
3 PLD=1.5,-1.775                                                  :C
4 PLD=1.5,-0.761,0,2.25,-2.277,0,3,-0.761,0,4.499,-3.037,0        :D,F
5 PLD=1.5,-0.761,0,2.25,-2.277,0,3,-0.761,0                       :E,G
6 PLD=2,-1.004,0,4,-1.004,0                                       :H
7 PLD=1,-1.004,0,3,-1.004,0                                       :I
8 PLD=1.5,-0.761,0                                                :J
9 PLD=1.5,-1.547,0,2,-1.004,0,3,-1.547,0,4,-2.034,0               :K
10 PLD=1,-1.004,0,2,-2.563,0,3.5,-1.004,0                         :L
11 TRAP=2,-0.324,0,5,-0.324,0 PLD=2,-2.563,0                      :M
12 PLD=2.5,-2.5196,0,5,-2.5196,0,7.5,-2.5196,0                    :A2
13 PLD=2,-1.004,0,2.5,-2.5196,0,4,-1.004,0,5,-2.5196,0            :H1
14 PLD=1,-1.004,0,2.5,-2.5196,0,3,-1.004,0                        :I1
15 PLD=2,-1.004,0,4,-1.004,0,6,-1.004,0,8,-1.004,0                :Rb  (9011)
16 PLD=2,-1.004,0,3,-0.1704,0                                     :Rb1 (9018)
17 PLD=1,-1.0346,0,1.5,-0.0306,0,2,-0.1704,0                      :Rb2 (9019)
18 PLD=1,-1.0346,0,1.5,-0.0306,0,2,-0.1704,0,3,-1.004,0           :Rb3 (9020)
19 PLD=2,-0.1704,0                                                :Rb4 (9043)
C BEBAN MATI PADA BALOK SUMBU X SETELAH KOMPOSIT
20 PLD=2.25,-5.506,0,4.5,-2.506,0,6.75,-5.506,0                    :A
21 PLD=1.5,-1.117                                                  :B
22 PLD=1.5,-1.954                                                  :C
23 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-5.506,0,3,-0.837,0,4.499,-6.343,0        :D
24 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-5.506,0,3,-0.837,0                       :E
25 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-2.506,0,3,-0.837,0,4.499,-6.343,0        :F
26 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-2.506,0,3,-0.837,0                       :G
27 PLD=2,-1.106,0,4,-1.106,0                                       :H
28 PLD=1,-1.106,0,3,-1.106,0                                       :I
29 TRAP=0,-2.329,0,1.5,-2.329,0,1.5,-2.743,0,3,-2.743,0 PLD=1.5,-0.837,0 :J
30 PLD=1.5,-1.700,0,2,-1.106,0,3,-4.700,0,4,-4.280,0               :K
31 TRAP=2,-2.329,0,3.5,-2.329,0,3.5,-2.743,0,5,-2.743,0 PLD=1,-1.106,0,2,-7.180,0,3.5,-
1.106,0 :L
32 TRAP=2,-1.358,0,5,-1.358,0 PLD=2,-7.180,0                       :M
33 WG=0,0,-1                                                       :Z,P
34 PLD=2.25,-2.506,0,4.5,-5.506,0,6.75,-2.506,0                    :A1
35 PLD=2.5,-2.7746,0,5,-5.7746,0,7.5,-2.7746,0                     :A2
36 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-2.506,0,3,-0.837,0,4.499,-7.843,0        :D1
37 PLD=1.5,-0.837,0,2.25,-2.506,0,3,-0.837,0                       :E1
38 PLD=2,-1.106,0,2.5,-2.7746,0,4,-1.106,0,5,-5.7746,0             :H1
39 PLD=2,-1.106,0,2.5,-2.7746,0,4,-1.106,0,5,-2.7746,0             :H8
40 PLD=1,-1.004,0,2.5,-2.7746,0,3,-1.106,0                         :I1,I8
41 PLD=2,-1.106,0,4,-1.106,0,6,-1.106,0,8,-1.106,0                 :Rb  (9011)
42 PLD=2,-1.004,0,2,-3.066,0                                       :Rb1 (9018)
43 PLD=1,-8.606,0,1.5,-7.50,0,2,-4.9825,0                          :Rb2 (9019)
44 WG=0,0,-2.3271 PLD=1,-4.495,0,1.5,-3.75,0,2,-3.066,0,3,-1.106,0 :Rb3 (9020)
45 PLD=2,-1.618,0                                                  :Rb4 (9021)
46 TRAP=2,-2.329,0,3.5,-2.329,0,3.5,-2.327,0,5,-2.327,0 PLD=1,-1.106,0,2,-7.180,0,3.5,-
1.106,0 :L1
C BEBAN HIDUP PADA BALOK SUMBU X
47 PLD=2.25,-1.266,0,4.5,-1.266,0,6.75,-1.266,0                    :A,A1
48 PLD=1.5,-0.900                                                  :B
49 PLD=1.5,-1.406                                                  :C
50 PLD=1.5,-0.506,0,2.25,-1.266,0,3,-0.506,0,4.499,-1.772,0        :D,F
51 PLD=1.5,-0.506,0,2.25,-1.266,0,3,-0.506,0                       :E,G
```

```
52 PLD=2,-0.675,0,4,-0.675,0                                    :H
53 PLD=1,-0.675,0,5,-0.675,0                                    :I
54 PLD=1.5,-0.506,0                                             :J
55 PLD=1.5,-1.013,0,2,-0.675,0,3,-0.844,0,4,-1.125,0            :K
56 PLD=1,-0.675,0,2,-1.406,0,3.5,-0.675,0                       :L
57 TRAP=2,-0.250,0,5,-0.250,0 PLD=2,-1.046,0                    :M
58 PLD=2.5,-1.406,0,5,-1.406,0,7.5,-1.406,0                     :A2
59 PLD=2,-0.675,0,2.5,-1.4063,0,4,-0.675,0,5,-1.4063,0          :N1
60 PLD=1,-0.675,0,2.5,-1.4063,0,3,-0.675,0                      :I1,I8
61 PLD=2,-0.675,0,4,-0.675,0,6,-0.675,0,8,-0.675,0              :Rb  (9011)
62 PLD=2,-0.675,0                                               :Rb1 (9018)
63 PLD=1,-0.675,0                                               :Rb2 (9019)
64 PLD=1,-0.675,0,3,-0.675,0                                    :Rb3 (9020)
C BEBAN MATI PADA BALOK SUMBU Y SEBELUM KOMPOSIT
65 WG=0,0,-0.243                    :N,O
66 WG=0,0,-0.365                    :Q,T
67 WG=0,0,-0.608                    :R,X
68 WG=0,0,-0.486                    :S
69 WG=0,0,-0.729                    :U
70 WG=0,0,-0.769                    :V
71 WG=0,0,-0.567                    :W,W8
72 WG=0,0,-0.365 PLD=4,-1.004,0     :Y
C BEBAN MATI PADA BALOK SUMBU Y SETELAH KOMPOSIT
73 WG=0,0,-1.269                    :N,O
74 WG=0,0,-1.403                    :Q,T
75 WG=0,0,-1.671                    :R,X
76 WG=0,0,-0.537                    :S
77 WG=0,0,-0.806                    :U
78 WG=0,0,-0.850                    :V
79 WG=0,0,-0.627                    :W,W8
80 WG=0,0,-1.403 PLD=4,-2.606,0     :Y
C BEBAN HIDUP PADA BALOK SUMBU Y SETELAH KOMPOSIT
81 WG=0,0,-0.250                    :N
82 WG=0,0,-0.169                    :O
83 WG=0,0,-0.211                    :Q,T
84 WG=0,0,-0.436                    :R,X
85 WG=0,0,-0.338                    :S
86 WG=0,0,-0.422                    :U
87 WG=0,0,-0.445                    :V
88 WG=0,0,-0.394                    :W,W8
89 WG=0,0,-0.281 PLD=4,-0.563,0     :Y
90 WG=0,0,-0.469                    :X
C BEBAN-BEBAN YANG BELUM TERIDENTIFIKASI
91 PLD=2.25,-2.277,0,4.5,-2.277,0     :A3 (BEBAN MATI SBLM. KOMP)
92 PLD=2.25,-2.277,0                  :A4
93 PLD=2.25,-5.506,0,4.5,-2.506,0     :A3 (BEBAN MATI STLH. KOMP)
94 PLD=2.25,-5.506,0                  :A4
95 PLD=2.25,-1.266,0,4.5,-1.266,0     :A5 (BEBAN HIDUP)
96 PLD=2.25,-1.266,0                  :A6
97 PLD=2.25,-2.506,0,4.5,-5.506,0     :A7 (BEBAN MATI STLH. KOMP)
98 PLD=2.25,-2.506,0                  :A8
99 PLD=1.5,-0.9192,0                  :1/2 KUDA-KUDA
100 PLD=1.5,-0.149,0                  :1/2 KUDA-KUDA
C BEBAN ANGIN ARAH SUMBU X
101 WG=0.045,0,0
102 WG=0.02,0,0
103 WG=0.07875,0,0
104 WG=0.035,0,0
C BEBAN ANGIN ARAH SUMBU Y
105 WG=0,0.10125,0
106 WG=0,0.2025,0
107 WG=0,0.21375,0
108 WG=0,0.0675,0
109 WG=0,0.30,0
110 WG=0,0.045,0
111 WG=0,0.09,0
112 WG=0,0.095,0
C BEBAN-BEBAN YANG BELUM TERIDENTIFIKASI
113 PLD=3,-1.547,0,5,-2.034,0     :M1  (BEBAN MATI SBLM. KOMP.)
114 PLD=3,-4.700,0,5,-4.280,0     :N1  (BEBAN MATI STLH. KOMP.)
115 PLD=3,-0.844,0,5,-0.125,0     :M1  (BEBAN HIDUP)
116 PLD=3,-0.1704,0,5,-0.1704,0 :Rb4 (BEBAN MATI SBLM. KOMP.)
117 PLD=3,-1.618,0,5,-0.2576,0  :Rb4 (BEBAN MATI SBLM. KOMP.)
C ELEMEN KOLOM
C LANTAI 1
1201,101,201  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,105  MS=0,2500
1202,102,202  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,106    MS=0,2500
```

```
1203,103,203  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,107     MS=0,2500
1206,106,206  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,105   MS=0,2500
1207,107,207  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,108   MS=0,2500
1208,108,208  M=4 LP=2,0  G=1,20,20,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1209,109,209  M=4 LP=2,0  G=1,20,20,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1210,110,210  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,108   MS=0,2500
1211,111,211  M=4 LP=2,0  G=1,8,8,13    NSL=0,0,0,0,103       MS=0,2500
1212,112,212  M=5 LP=2,0  G=1,8,8,13    NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1213,113,214  M=5 LP=2,0  G=3,1,1,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1217,117,222  M=5 LP=2,0  G=1,8,8,13    NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1218,118,223  M=4 LP=2,0  G=1,8,8,13    NSL=0,0,0,0,104       MS=0,2500
1221,121,227  M=5 LP=2,0  G=3,1,1,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=0,2500
1227,127,237  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,109   MS=0,2500
1230,130,240  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,104,109   MS=0,2500
1231,131,241  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,110   MS=0,2500
1232,132,242  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,111     MS=0,2500
1233,133,243  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,112     MS=0,2500
1236,136,246  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,110   MS=0,2500
C LANTAI 2
2201,201,301  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,105   MS=2500,3500
2202,202,302  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,106     MS=2500,3500
2203,203,303  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,107     MS=2500,3500
2206,206,306  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,105   MS=2500,3500
2207,207,307  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,108   MS=2500,3500
2208,208,308  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2209,209,309  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2210,210,310  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,108   MS=2500,3500
2211,211,311  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,103       MS=2500,3500
2212,212,312  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2213,214,314  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2217,222,322  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2218,223,323  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,104       MS=2500,3500
2221,227,327  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=2500,3500
2227,237,337  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,109   MS=2500,3500
2230,240,340  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,104,109   MS=2500,3500
2231,241,341  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,110   MS=2500,3500
2232,242,342  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,111     MS=2500,3500
2233,243,343  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,112     MS=2500,3500
2236,246,346  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,110   MS=2500,3500
C LANTAI 3
3201,301,401  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,105   MS=3500,4500
3202,302,402  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,106     MS=3500,4500
3203,303,403  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,107     MS=3500,4500
3206,306,406  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,105   MS=3500,4500
3207,307,407  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,108   MS=3500,4500
3208,308,408  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3209,309,409  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3210,310,410  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,108   MS=3500,4500
3211,311,411  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,103       MS=3500,4500
3212,312,412  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3213,314,414  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3217,322,422  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3218,323,423  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,104       MS=3500,4500
3221,327,427  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=3500,4500
3227,337,437  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,109   MS=3500,4500
3230,340,440  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,104,109   MS=3500,4500
3231,341,441  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,110   MS=3500,4500
3232,342,442  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,111     MS=3500,3500
3233,343,443  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,112     MS=3500,3500
3236,346,446  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,110   MS=3500,3500
C LANTAI 4
4201,401,501  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,105   MS=4500,5500
4202,402,502  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3     NSL=0,0,0,0,0,106     MS=4500,5500
4203,403,503  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,107     MS=4500,5500
4206,406,506  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,105   MS=4500,5500
4207,407,507  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,108   MS=4500,5500
4208,408,508  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4209,409,509  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30  NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4210,410,510  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,108   MS=4500,5500
4211,411,511  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,103       MS=4500,5500
4212,412,512  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4213,414,514  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4217,422,522  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4218,423,523  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13   NSL=0,0,0,0,104       MS=4500,5500
4221,427,527  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2     NSL=0,0,0,0,0         MS=4500,5500
4227,437,537  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,109   MS=4500,5500
4230,440,540  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,104,109   MS=4500,5500
```

```
4231,441,541  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,110  MS=4500,5500
4232,442,542  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,111    MS=4500,5500
4233,443,543  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,112    MS=4500,5500
4236,446,546  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,110  MS=4500,5500
C LANTAI 5
5201,501,601  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,105  MS=5500,6500
5202,502,602  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,106    MS=5500,6500
5203,503,603  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,107    MS=5500,6500
5206,506,606  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,105  MS=5500,6500
5207,507,607  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,108  MS=5500,6500
5208,508,608  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5209,509,609  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5210,510,610  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,108  MS=5500,6500
5211,511,611  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,103      MS=5500,6500
5212,512,612  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5213,514,614  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5217,522,622  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5218,523,623  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,104      MS=5500,6500
5221,527,627  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=5500,6500
5227,537,637  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,109  MS=5500,6500
5230,540,640  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,104,109  MS=5500,6500
5231,541,641  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,110  MS=5500,6500
5232,542,642  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,111    MS=5500,6500
5233,543,643  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,112    MS=5500,6500
5236,546,646  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,110  MS=5500,6500
C LANTAI 6
6201,601,701  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,105  MS=6500,7500
6202,602,702  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,106    MS=6500,7500
6203,603,703  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,107    MS=6500,7500
6206,606,706  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,105  MS=6500,7500
6207,607,707  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,108  MS=6500,7500
6208,608,708  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6209,609,709  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6210,610,710  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,108  MS=6500,7500
6211,611,711  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,103      MS=6500,7500
6212,612,712  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6213,614,714  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6217,622,722  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6218,623,723  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,104      MS=6500,7500
6221,627,727  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=6500,7500
6227,637,737  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,109  MS=6500,7500
6230,640,740  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,104,109  MS=6500,7500
6231,641,741  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,110  MS=6500,7500
6232,642,742  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,111    MS=6500,7500
6233,643,743  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,112    MS=6500,7500
6236,646,746  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,110  MS=6500,7500
C LANTAI 7
7201,701,801  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,105  MS=7500,8500
7202,702,802  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,106    MS=7500,8500
7203,703,803  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,107    MS=7500,8500
7206,706,806  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,105  MS=7500,8500
7207,707,807  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,108  MS=7500,8500
7208,708,808  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7209,709,809  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,30      NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7210,710,810  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,108  MS=7500,8500
7211,711,811  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,103      MS=7500,8500
7212,712,812  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7213,714,814  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7217,722,822  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7218,723,823  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,13       NSL=0,0,0,0,104      MS=7500,8500
7221,727,827  M=5 LP=2,0  G=3,1,2,2         NSL=0,0,0,0,0        MS=7500,8500
7227,737,837  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,109  MS=7500,8500
7230,740,840  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,104,109  MS=7500,8500
7231,741,841  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,110  MS=7500,8500
7232,742,842  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,111    MS=7500,8500
7233,743,843  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,112    MS=7500,8500
7236,746,846  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,110  MS=7500,8500
C LANTAI 8
8201,801,901  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,105  MS=8500,9500
8202,802,902  M=5 LP=2,0  G=1,3,3,3         NSL=0,0,0,0,0,106    MS=8500,9500
8203,803,903  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0,0,107    MS=8500,9500
8206,806,906  M=5 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,105  MS=8500,9500
8207,807,907  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,101,108  MS=8500,9500
8208,808,908  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,22      NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8209,809,909  M=4 LP=2,0  G=1,20,30,22      NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8210,810,910  M=4 LP=2,0                    NSL=0,0,0,0,102,108  MS=8500,9500
8211,811,911  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,8        NSL=0,0,0,0,103      MS=8500,9500
```

```
8212,812,912  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,8   NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8213,814,913  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,10  NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8217,822,917  M=5 LP=2,0  G=1,8,13,10  NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8218,823,918  M=4 LP=2,0  G=1,8,13,10  NSL=0,0,0,0,104      MS=8500,9500
8221,827,921  M=5 LP=2,0  G=1,1,2,1    NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8223,831,925  M=5 LP=2,0  G=1,1,2,1    NSL=0,0,0,0,0        MS=8500,9500
8227,837,929  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,109  MS=8500,9500
8230,840,932  M=4 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,104,109  MS=8500,9500
8231,841,933  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,101,110  MS=8500,9500
8232,842,934  M=5 LP=2,0  G=1,8,3,3     NSL=0,0,0,0,0,111    MS=8500,9500
8233,843,935  M=5 LP=2,0  G=1,1,1,1     NSL=0,0,0,0,0,112    MS=8500,9500
8236,846,938  M=5 LP=2,0                NSL=0,0,0,0,102,110  MS=8500,9500
C ELEMEN BALOK
C BALOK SUMBU X LANTAI 2
2001,201,247  M=3 LP=-2,0               NSL=91,93,95,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2039,247,202  M=3 LP=-2,0               NSL=92,94,96,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2002,202,203  M=3 LP=-2,0               NSL=1,20,47,0   MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2003,203,204  M=3 LP=-2,0               NSL=0,33,0,0    MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2004,204,205  M=3 LP=-2,0               NSL=1,20,47,0   MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2005,206,249  M=3 LP=-2,0               NSL=91,93,95,0  MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2041,249,206  M=3 LP=-2,0               NSL=92,94,96,0  MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2006,207,208  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2    NSL=2,21,48,0   MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2008,211,212  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2009,212,213  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,23,50,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2010,213,214  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,24,51,0   MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2011,214,215  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,25,50,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2012,215,216  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,26,51,0   MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2013,216,217  M=7 LP=-2,0               NSL=6,27,52,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2014,217,218  M=7 LP=-2,0               NSL=7,28,53,0   MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2020,224,225  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,0,1
2021,225,226  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,23,50,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,1,0
2022,226,227  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,24,51,0   MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,0,0
2023,227,228  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,25,50,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2024,228,229  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,26,51,0   MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2025,229,230  M=7 LP=-2,0               NSL=9,30,55,0   MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2026,230,231  M=7 LP=-2,0               NSL=10,31,56,0  MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2032,237,238  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2    NSL=0,33,0,0    MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2034,241,250  M=3 LP=-2,0               NSL=91,97,95,0  MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2042,250,242  M=3 LP=-2,0               NSL=92,98,96,0  MS=3500,3500  LR=0,1,0,0,1,0
2035,242,243  M=3 LP=-2,0               NSL=1,20,47,0   MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2036,243,251  M=7 LP=-2,0               NSL=113,114,115,0 MS=2500,2500  LR=1,0,0,1,0,0
2043,251,244  M=7 LP=-2,0               NSL=11,32,57,0  MS=2500,2500  LR=0,1,0,0,1,0
2037,244,245  M=3 LP=-2,0               NSL=1,20,47,0   MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2038,245,249  M=3 LP=-2,0               NSL=91,93,95,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2040,248,246  M=3 LP=-2,0               NSL=92,94,96,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 2
2101,207,211  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,81,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2102,211,224  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,82,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2103,224,237  M=1 LP=3,0                NSL=0,33,0,0    MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2104,201,208  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33 NSL=66,74,83,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2105,208,212  M=1 LP=3,0                NSL=67,75,84,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2106,212,225  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2     NSL=68,76,85,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2107,225,238  M=1 LP=3,0                NSL=66,74,83,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2109,202,214  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28  NSL=69,77,86,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2112,203,216  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2     NSL=70,78,87,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2113,216,229  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2     NSL=71,79,88,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2114,229,243  M=2 LP=3,0                NSL=67,75,90,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2117,231,244  M=2 LP=3,0                NSL=72,80,89,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2118,205,220  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25  NSL=69,77,86,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2119,220,233  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2     NSL=68,76,85,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2121,206,209  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37  NSL=66,74,83,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2122,209,222  M=1 LP=3,0                NSL=67,75,84,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2124,235,239  M=1 LP=3,0                NSL=66,74,83,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2126,210,223  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,81,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2127,223,236  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,82,0  MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
2128,236,240  M=1 LP=3,0                NSL=0,33,0      MS=2500,2500  LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 3
3001,301,347  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3039,347,302  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3002,302,303  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3003,303,304  M=3 LP=-2,0                NSL=12,35,47,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3004,304,305  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3005,305,349  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3041,349,306  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3006,307,308  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2     NSL=2,21,48,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3008,311,312  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3009,312,313  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8     NSL=4,36,50,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
```

```
3010,313,314  M=3 LP=-2,0  G=1,6,8,8   NSL=5,37,51,0  MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3011,314,315  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4   NSL=4,36,50,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3012,315,316  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4   NSL=5,37,51,0  MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3013,316,317  M=7 LP=-2,0               NSL=6,38,59,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3014,317,318  M=7 LP=-2,0               NSL=7,40,60,0  MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3020,324,325  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3021,325,326  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,36,50,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3022,326,327  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,37,51,0  MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3023,327,328  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,25,50,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3024,328,329  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,26,51,0  MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3025,329,330  M=7 LP=-2,0               NSL=9,30,55,0  MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3026,330,331  M=7 LP=-2,0               NSL=10,31,56,0 MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3032,337,338  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2    NSL=0,33,0,0   MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3034,341,350  M=3 LP=-2,0               NSL=91,97,95,0 MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3042,350,342  M=3 LP=-2,0               NSL=92,98,96,0 MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3035,342,343  M=3 LP=-2,0               NSL=1,34,47,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3036,343,351  M=7 LP=-2,0               NSL=113,114,115,0 MS=3500,3500 LR=1,0,0,1,0,0
3043,351,344  M=7 LP=-2,0               NSL=11,32,57,0 MS=3500,3500 LR=0,1,0,0,1,0
3037,344,345  M=3 LP=-2,0               NSL=1,34,47,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3038,345,349  M=3 LP=-2,0               NSL=91,97,95,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3040,348,346  M=3 LP=-2,0               NSL=92,98,96,0 MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 3
3101,309,311  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,81,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3102,311,324  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,82,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3103,324,307  M=1 LP=3,0                NSL=0,33,0,0    MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3104,301,309  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33 NSL=66,74,83,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3105,309,312  M=1 LP=3,0                NSL=67,75,84,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3106,312,325  M=1 LP=3,0  G=1,4,3,2    NSL=68,76,85,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3107,325,338  M=1 LP=3,0                NSL=66,74,83,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3109,302,314  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28 NSL=69,77,86,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3112,303,316  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2    NSL=69,78,87,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3113,316,329  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2    NSL=71,79,88,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3114,329,343  M=2 LP=3,0                NSL=67,75,90,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3117,331,344  M=2 LP=3,0                NSL=72,80,89,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3118,305,320  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25 NSL=69,77,86,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3119,320,333  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2    NSL=68,76,85,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3121,306,309  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37 NSL=66,74,83,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3122,309,322  M=1 LP=3,0                NSL=67,75,84,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3124,335,339  M=1 LP=3,0                NSL=66,74,83,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3126,310,323  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,81,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3127,323,336  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,82,0  MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
3128,336,340  M=1 LP=3,0                NSL=0,33,0      MS=3500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 4
4001,401,447  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4039,447,402  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4002,402,403  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4003,403,404  M=3 LP=-2,0                NSL=12,35,47,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4004,404,405  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4005,405,449  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4041,449,406  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4006,407,408  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2    NSL=2,21,48,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4008,411,412  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4009,412,413  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,36,50,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4010,413,414  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,37,51,0  MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4011,414,415  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,36,50,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4012,415,416  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,37,51,0  MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4013,416,417  M=7 LP=-2,0               NSL=6,38,59,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4014,417,418  M=7 LP=-2,0               NSL=7,40,60,0  MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4020,424,425  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4021,425,426  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,36,50,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4022,426,427  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,37,51,0  MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4023,427,428  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,25,50,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4024,428,429  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,26,51,0  MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4025,429,430  M=7 LP=-2,0               NSL=9,30,55,0  MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4026,430,431  M=7 LP=-2,0               NSL=10,31,56,0 MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4032,437,438  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2    NSL=0,33,0,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4034,441,450  M=3 LP=-2,0               NSL=91,97,95,0 MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4042,450,442  M=3 LP=-2,0               NSL=92,98,96,0 MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4035,442,443  M=3 LP=-2,0               NSL=1,34,47,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4036,443,451  M=7 LP=-2,0               NSL=113,114,115,0 MS=4500,4500 LR=1,0,0,1,0,0
4043,451,444  M=7 LP=-2,0               NSL=11,32,57,0 MS=4500,4500 LR=0,1,0,0,1,0
4037,444,445  M=3 LP=-2,0               NSL=1,34,47,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4038,445,449  M=3 LP=-2,0               NSL=91,97,95,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4040,448,446  M=3 LP=-2,0               NSL=92,98,96,0 MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 4
4101,407,411  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,81,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4102,411,424  M=1 LP=3,0                NSL=65,73,82,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
```

```
4103,424,437  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0,0     MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4104,401,408  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33 NSL=66,74,83,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4105,408,412  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4106,412,425  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2   NSL=68,76,85,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4107,425,438  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4109,402,414  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28 NSL=69,77,86,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4112,403,416  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2   NSL=69,78,87,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4113,416,429  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2   NSL=71,79,88,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4114,429,443  M=2 LP=3,0                    NSL=67,75,90,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4117,431,444  M=2 LP=3,0                    NSL=72,80,89,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4118,405,420  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25 NSL=69,77,86,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4119,420,433  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2   NSL=68,76,85,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4121,406,402  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37 NSL=66,74,83,0  MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4122,409,422  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4124,425,439  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4126,410,423  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,81,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4127,423,436  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,82,0   MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
4128,436,442  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0       MS=4500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 5
5001,501,547  M=3 LP=-2,0                     NSL=91,97,95,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5039,547,502  M=3 LP=-2,0                     NSL=92,98,96,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5002,502,503  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5003,503,504  M=3 LP=-2,0                     NSL=12,35,47,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5004,504,505  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5005,505,549  M=3 LP=-2,0                     NSL=91,97,95,0 MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5041,549,506  M=3 LP=-2,0                     NSL=92,98,96,0 MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5006,507,508  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2   NSL=2,21,48,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5008,511,512  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5009,512,513  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,36,50,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5010,513,514  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,37,51,0  MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5011,514,515  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,36,50,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5012,515,516  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,37,51,0  MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5013,516,517  M=7 LP=-2,0                     NSL=6,38,59,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5014,517,518  M=7 LP=-2,0                     NSL=7,40,60,0  MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5020,524,525  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5021,525,526  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=4,36,50,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5022,526,527  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8    NSL=5,37,51,0  MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5023,527,528  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=4,25,50,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5024,528,529  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4    NSL=5,26,51,0  MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5025,529,530  M=7 LP=-2,0                     NSL=9,30,55,0  MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5026,530,531  M=7 LP=-2,0                     NSL=10,31,56,0 MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5032,537,538  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2   NSL=0,33,0,0    MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5034,541,550  M=3 LP=-2,0                     NSL=91,97,95,0 MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5042,550,542  M=3 LP=-2,0                     NSL=92,98,96,0 MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5035,542,543  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5036,543,551  M=7 LP=-2,0                     NSL=113,114,115,0 MS=5500,5500 LR=1,0,0,1,0,0
5043,551,544  M=7 LP=-2,0                     NSL=11,32,57,0 MS=5500,5500 LR=0,1,0,0,1,0
5037,544,545  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5038,545,548  M=3 LP=-2,0                     NSL=91,97,95,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5040,548,546  M=3 LP=-2,0                     NSL=92,98,96,0 MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 5
5101,507,511  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,81,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5102,511,524  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,82,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5103,524,537  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0,0     MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5104,501,502  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33 NSL=66,74,83,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5105,508,512  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5106,512,525  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2   NSL=68,76,85,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5107,525,538  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5109,502,514  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28 NSL=69,77,86,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5112,503,516  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2   NSL=69,78,87,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5113,516,529  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2   NSL=71,79,88,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5114,529,543  M=2 LP=3,0                    NSL=67,75,90,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5117,531,544  M=2 LP=3,0                    NSL=72,80,89,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5119,505,520  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25 NSL=69,77,86,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5119,520,533  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2   NSL=68,76,85,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5121,506,509  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37 NSL=66,74,83,0  MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5122,509,522  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5124,535,539  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5126,510,523  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,81,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5127,523,536  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,82,0   MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
5128,536,540  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0       MS=5500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 6
6001,601,647  M=3 LP=-2,0                     NSL=91,97,95,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6039,647,602  M=3 LP=-2,0                     NSL=92,98,96,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6002,602,603  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6003,603,604  M=3 LP=-2,0                     NSL=12,35,47,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6004,604,605  M=3 LP=-2,0                     NSL=1,34,47,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
```

```
6005,605,649  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6041,649,606  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6006,607,608  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2        NSL=2,21,48,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6008,611,612  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6009,612,613  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=4,36,50,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6010,613,614  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=5,37,51,0  MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6011,614,615  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=4,36,50,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6012,615,616  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=5,37,51,0  MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6013,616,617  M=7 LP=-2,0                   NSL=6,38,59,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6014,617,618  M=7 LP=-2,0                   NSL=7,40,60,0  MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6020,624,625  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6021,625,626  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=4,36,50,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6022,626,627  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=5,37,51,0  MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6023,627,628  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=4,25,50,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6024,628,629  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=5,26,51,0  MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6025,629,630  M=7 LP=-2,0                   NSL=9,30,55,0  MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6026,630,631  M=7 LP=-2,0                   NSL=10,31,56,0 MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6032,637,638  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2        NSL=0,33,0,0   MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6034,641,650  M=3 LP=-2,0                   NSL=91,97,95,0 MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6042,650,642  M=3 LP=-2,0                   NSL=92,98,96,0 MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6035,642,643  M=3 LP=-2,0                   NSL=1,34,47,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6036,643,651  M=7 LP=-2,0                   NSL=113,114,115,0 MS=6500,6500 LR=1,0,0,1,0,0
6043,651,644  M=7 LP=-2,0                   NSL=11,32,57,0 MS=6500,6500 LR=0,1,0,0,1,0
6037,644,645  M=3 LP=-2,0                   NSL=1,34,47,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6038,645,648  M=3 LP=-2,0                   NSL=91,97,95,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6040,648,646  M=3 LP=-2,0                   NSL=92,98,96,0 MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 6
6101,607,611  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,81,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6102,611,624  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,82,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6103,624,637  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0,0    MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6104,601,608  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33 NSL=66,74,83,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6105,608,612  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6106,612,625  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,4        NSL=68,76,85,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6107,625,638  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6109,602,614  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28 NSL=69,77,86,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6112,603,616  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2        NSL=69,78,87,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6113,616,629  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2        NSL=71,79,88,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6114,629,643  M=2 LP=3,0                    NSL=67,75,90,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6117,631,644  M=2 LP=3,0                    NSL=72,80,89,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6118,605,620  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25 NSL=69,77,86,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6119,620,633  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2        NSL=68,76,85,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6121,606,609  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37 NSL=66,74,83,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6122,609,622  M=1 LP=3,0                    NSL=67,75,84,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6124,635,639  M=1 LP=3,0                    NSL=66,74,83,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6126,610,622  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,81,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6127,623,636  M=1 LP=3,0                    NSL=65,73,82,0  MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
6128,636,640  M=1 LP=3,0                    NSL=0,33,0      MS=6500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 7
7001,701,747  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7039,747,702  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7002,702,703  M=3 LP=-2,0                    NSL=1,34,47,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7003,703,704  M=3 LP=-2,0                    NSL=12,35,47,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7004,704,705  M=3 LP=-2,0                    NSL=1,34,47,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7005,705,749  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7041,749,706  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7006,707,708  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2        NSL=2,21,48,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7008,711,712  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=3,22,49,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7009,712,713  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=4,36,50,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7010,713,714  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=5,37,51,0  MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7011,714,715  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=4,36,50,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7012,715,716  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=5,37,51,0  MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7013,716,717  M=7 LP=-2,0                   NSL=6,38,59,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7014,717,718  M=7 LP=-2,0                   NSL=7,40,60,0  MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7020,724,725  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11 NSL=8,29,54,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7021,725,726  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=4,36,50,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7022,726,727  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8       NSL=5,37,51,0  MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7023,727,728  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=4,25,50,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7024,728,729  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4       NSL=5,26,51,0  MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7025,729,730  M=7 LP=-2,0                   NSL=9,30,55,0  MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7026,730,731  M=7 LP=-2,0                   NSL=10,31,56,0 MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7032,737,738  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2        NSL=0,33,0,0   MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7034,741,750  M=3 LP=-2,0                   NSL=91,97,95,0 MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7042,750,742  M=3 LP=-2,0                   NSL=92,98,96,0 MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7035,742,743  M=3 LP=-2,0                   NSL=1,34,47,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7036,743,751  M=7 LP=-2,0                   NSL=113,114,115,0 MS=7500,7500 LR=1,0,0,1,0,0
7043,751,744  M=7 LP=-2,0                   NSL=11,32,57,0 MS=7500,7500 LR=0,1,0,0,1,0
7037,744,745  M=3 LP=-2,0                   NSL=1,34,47,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
```

```
7038,745,748  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7040,748,746  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 7
7101,707,711  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,81,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7102,711,724  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,82,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7103,724,737  M=1 LP=3,0                 NSL=0,33,0,0    MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7104,701,708  M=1 LP=3,0  G=1,4,37,33    NSL=66,74,83,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7105,708,712  M=1 LP=3,0                 NSL=67,75,84,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7106,712,725  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2      NSL=68,76,85,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7107,725,738  M=1 LP=3,0                 NSL=66,74,83,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7109,702,714  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28    NSL=69,77,86,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7112,703,716  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2      NSL=69,78,87,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7113,716,729  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2      NSL=71,79,88,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7114,729,743  M=2 LP=3,0                 NSL=67,75,90,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7117,731,744  M=2 LP=3,0                 NSL=72,80,89,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7118,705,720  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25    NSL=69,77,86,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7119,720,733  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2      NSL=68,76,85,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7121,706,709  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37    NSL=66,74,83,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7122,709,722  M=1 LP=3,0                 NSL=67,75,84,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7124,735,739  M=1 LP=3,0                 NSL=66,74,83,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7126,710,723  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,81,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7127,723,736  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,82,0  MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
7128,736,740  M=1 LP=3,0                 NSL=0,33,0      MS=7500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 8
8001,801,847  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8039,847,802  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8002,802,803  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8003,803,804  M=3 LP=-2,0                NSL=12,35,47,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8004,804,805  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8005,805,849  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8041,849,806  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8006,807,808  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2     NSL=2,21,48,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8008,811,812  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11  NSL=3,22,49,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8009,812,813  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8     NSL=4,36,50,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8010,813,814  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8     NSL=5,37,51,0  MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8011,814,815  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4     NSL=4,36,50,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8012,815,816  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4     NSL=5,37,51,0  MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8013,816,817  M=7 LP=-2,0                NSL=6,38,59,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8014,817,818  M=7 LP=-2,0                NSL=7,40,60,0  MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8020,824,825  M=1 LP=-2,0  G=1,11,11,11  NSL=8,29,54,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8021,825,826  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8     NSL=4,36,50,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8022,826,827  M=3 LP=-2,0  G=1,8,8,8     NSL=5,37,51,0  MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8023,827,828  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4     NSL=4,25,50,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8024,828,829  M=3 LP=-2,0  G=1,4,4,4     NSL=5,26,51,0  MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8025,829,830  M=7 LP=-2,0                NSL=9,30,55,0  MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8026,830,831  M=7 LP=-2,0                NSL=10,31,56,0 MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8032,837,838  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2     NSL=0,33,0,0   MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8034,841,850  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8042,850,842  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8035,842,843  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8036,843,851  M=7 LP=-2,0                NSL=113,114,115,0 MS=8500,8500 LR=1,0,0,1,0,0
8043,851,844  M=7 LP=-2,0                NSL=11,32,57,0 MS=8500,8500 LR=0,1,0,0,1,0
8037,844,845  M=3 LP=-2,0                NSL=1,34,47,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8038,845,848  M=3 LP=-2,0                NSL=91,97,95,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8040,848,846  M=3 LP=-2,0                NSL=92,98,96,0 MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 8
8101,807,811  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,81,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8102,811,824  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,82,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8103,824,837  M=1 LP=3,0                 NSL=0,33,0,0    MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8104,801,808  M=1 LP=3,0  G=1,4.37,33    NSL=66,74,83,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8105,808,812  M=1 LP=3,0                 NSL=67,75,84,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8106,812,825  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2      NSL=68,76,85,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8107,825,838  M=1 LP=3,0                 NSL=66,74,83,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8109,802,814  M=2 LP=3,0  G=1,2,25,28    NSL=69,77,86,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8112,803,816  M=2 LP=3,0  G=1,3,1,2      NSL=69,78,87,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8113,816,829  M=1 LP=3,0  G=1,3,2,2      NSL=71,79,88,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8114,829,843  M=2 LP=3,0                 NSL=67,75,90,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8117,831,844  M=2 LP=3,0                 NSL=72,80,89,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8118,805,820  M=2 LP=3,0  G=1,2,28,25    NSL=69,77,86,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8119,820,833  M=1 LP=3,0  G=1,4,2,2      NSL=68,76,85,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8121,806,809  M=1 LP=3,0  G=1,4,33,37    NSL=66,74,83,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8122,809,822  M=1 LP=3,0                 NSL=67,75,84,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8124,835,839  M=1 LP=3,0                 NSL=66,74,83,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8126,810,823  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,81,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8127,823,836  M=1 LP=3,0                 NSL=65,73,82,0  MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
8128,836,840  M=1 LP=3,0                 NSL=0,33,0      MS=8500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU X LANTAI 9
```

```
9001,901,947  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9039,947,902  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9002,902,903  M=3 LP=-2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9005,905,949  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=9500,9500 LR=1,0,0,1,0,0
9041,949,906  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=9500,9500 LP=0,1,0,0,1,0
9006,907,908  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9009,911,912  M=1 LP=-2,0  G=1,6,6,6         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9009,913,913  M=3 LP=-2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9011,914,915  M=7 LP=-2,0                    NSL=15,41,61,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9012,915,916  M=3 LP=-2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9015,919,920  M=1 LP=-2,0  G=1,8,8,8         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9016,920,921  M=3 LP=-2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9018,922,923  M=7 LP=-2,0                    NSL=16,42,62,0 MS=9500,9500 LR=1,0,0,1,0,0
9019,923,924  M=7 LP=-2,0                    NSL=17,43,63,0 MS=9500,9500 LR=0,0,1,0,0,0
9020,924,925  M=7 LP=-2,0                    NSL=18,44,64,0 MS=9500,9500 LR=0,1,0,0,1,0
9021,925,926  M=3 LP=-2,0  G=1,1,1,1         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9024,929,930  M=1 LP=-2,0  G=1,1,2,2         NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9026,933,950  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=9500,9500 LR=1,0,0,1,0,0
9042,950,934  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=9500,9500 LR=0,1,0,0,1,0
9027,934,935  M=3 LP=-2,0                    NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9028,935,951  M=7 LP=-2,0                    NSL=116,117,0,0 MS=9500,9500 LR=1,0,0,1,0,0
9043,951,936  M=7 LP=-2,0                    NSL=19,45,0,0  MS=9500,9500 LR=0,1,0,0,1,0
9029,936,937  M=3 LP=-2,0                    NSL=0,0,0,0    MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9030,937,948  M=3 LP=-2,0                    NSL=91,97,95,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9031,948,938  M=3 LP=-2,0                    NSL=92,98,96,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
C BALOK SUMBU Y LANTAI 9
9101,907,911  M=1 LP=3,0  G=1,2,12,18 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9102,911,919  M=1 LP=3,0               NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9104,901,908  M=1 LP=3,0  G=1,4,29,25 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9105,908,912  M=1 LP=3,0  G=1,2,12,18 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9106,912,920  M=1 LP=3,0               NSL=99,99,100,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9109,902,913  M=2 LP=3,0  G=1,2,19,21 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9110,913,921  M=1 LP=3,0               NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9112,903,914  M=2 LP=3,0  G=1,2,19,21 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9113,914,922  M=1 LP=3,0  G=1,3,1,3    NSL=71,79,88,0   MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9115,904,915  M=2 LP=3,0  G=1,2,21,21 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9118,905,916  M=2 LP=3,0  G=1,2,21,21 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9119,916,926  M=1 LP=3,0               NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9121,906,909  M=1 LP=3,0  G=1,4,25,29 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9122,909,917  M=1 LP=3,0  G=1,2,18,14 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9123,917,927  M=1 LP=3,0               NSL=99,99,100,0 MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9126,910,918  M=1 LP=3,0  G=1,2,18,14 NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
9127,918,928  M=1 LP=3,0               NSL=0,0,0,0      MS=9500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
C ELEMEN BRESING
C BRESING SUMBU X LANTAI 1
1301,101,247  M=6 LP=213,247 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1302,102,247  M=6 LP=213,247 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1303,135,248  M=6 LP=234,248 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1304,136,248  M=6 LP=234,248 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 2
2301,201,347  M=6 LP=313,347 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2302,202,347  M=6 LP=313,347 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2303,245,348  M=6 LP=334,348 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2304,246,348  M=6 LP=334,348 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 3
3301,301,447  M=6 LP=313,447 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3302,302,447  M=6 LP=313,447 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3303,345,448  M=6 LP=334,448 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3304,346,448  M=6 LP=334,448 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 4
4301,401,547  M=6 LP=413,547 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4302,402,547  M=6 LP=413,547 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4303,445,548  M=6 LP=434,548 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4304,446,548  M=6 LP=434,548 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 5
5301,501,647  M=6 LP=513,647 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5302,502,647  M=6 LP=513,647 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5303,545,648  M=6 LP=534,648 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5304,546,648  M=6 LP=534,648 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 6
6301,601,747  M=6 LP=613,747 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6302,602,747  M=6 LP=613,747 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6303,645,748  M=6 LP=634,748 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6304,646,748  M=6 LP=634,748 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 7
7301,701,847  M=6 LP=713,847 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
7302,702,847  M=6 LP=713,847 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
```

```
7303,745,848  M=6 LP=734,848 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
7304,746,848  M=6 LP=734,848 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU X LANTAI 8
8301,801,947  M=6 LP=813,947 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8302,802,947  M=6 LP=813,947 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8303,845,948  M=6 LP=834,948 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8304,846,948  M=6 LP=834,948 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 1
1315,130,239    M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1318,131,256    M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1319,106,209    M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=0,2500 LR=1,1,0,1,1,1
1322,209,117  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=2500,0 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 2
2315,225,338    M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2318,241,338    M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2319,206,309    M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=2500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
2322,309,222  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=3500,2500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 3
3315,325,438    M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3318,341,438  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3319,306,409  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=3500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
3322,409,322  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=4500,3500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 4
4315,425,538  M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4318,442,538  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4319,406,509  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=4500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
4322,509,422  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=5500,4500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 5
5315,525,638  M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5318,541,638  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5319,506,609  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=5500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
5322,609,522  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=6500,5500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 6
6315,625,738  M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6318,641,738  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6319,606,709  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=6500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
6322,709,622  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=7500,6500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 7
7315,725,838  M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
7318,741,838  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
7319,706,809  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=7500,8500 LR=1,1,0,1,1,1
7322,809,722  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=8500,7500 LR=1,1,0,1,1,1
C BRESING SUMBU Y LANTAI 8
8315,825,930  M=6 LP=237,238 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8318,841,930  M=6 LP=337,338 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8319,806,909  M=6 LP=210,209 NSL=0,0,0,0 MS=8500,9500 LR=1,1,0,1,1,1
8322,909,822  M=6 LP=118,117 NSL=0,0,0,0 MS=9500,8500 LR=1,1,0,1,1,1

LOADS
901,906,5  L=2  F=0,0,-3.157
902,905,1  L=2  F=0,0,-6.729
908,909,1  L=2  F=0,0,-1.199
907,910,3  L=2  F=0,0,-0.250
933,938,5  L=2  F=0,0,-3.157
934,937,1  L=2  F=0,0,-6.729
930,931,1  L=2  F=0,0,-1 199
929,932,3  L=2  F=0,0,-0.250
901,906,5  L=3  F=0,0,-3.157
902,905,1  L=3  F=0,0,-6.729
908,909,1  L=3  F=0,0,-1.199
907,910,3  L=3  F=0,0,-0.250
933,938,5  L=3  F=0,0,-3.157
934,937,1  L=3  F=0,0,-6.729
930,931,1  L=3  F=0,0,-1 199
929,932,3  L=3  F=0,0,-0.250
901,906,5  L=5  F=0,0,-0.769*0.75
902,905,1  L=5  F=0,0,-1.906*0.75
908,909,1  L=5  F=0,0,-0.518*0.75
907,910,3  L=5  F=0,0,-0.100*0.75
933,938,5  L=5  F=0,0,-0.769*0.75
934,931,1  L=5  F=0,0,-1.906*0.75
930,931,1  L=5  F=0,0,-0.518*0.75
907,910,3  L=5  F=0,0,-0.250*0.75
929,932,3  L=5  F=0,0,-0.100*0.75

SPEC
C 100% SUMBU X + 30% SUMBU Y
```

```
A=0  S=9.81  D=0.05
0      0.05   0.05*0.3
0.5    0.05   0.05*0.3
1      0.035  0.035*0.3
1.5    0.027  0.027*0.3
2      0.0178 0.0178*0.3
2.5    0.0178 0.0178*0.3
3      0.0178 0.0178*0.3

COMBO
C SEBELUM KOMPOSIT
1  C=1                                : DL
2  C=1.4                              : 1.4DL
C SETELAH KOMPOSIT (PEBAN HIDUP PORTAL SUDAH DIREDUKSI 0.75)
3  C=0,1.1/0.75                       : DL+LL
4  C=0,1.2,1.6                        : 1.2DL+1.6LL
5  C=0,0.9,1.2,0,1.2                  : 0.75(1.2DL+1.6LL+1.6W) ARAH X
6  C=0,0.9,1.2,0,0,1.2                : 0.75(1.2DL+1.6LL+1.6W) ARAH Y
7  C=0,0.9,0,0,1.3                    : 0.9D+1.3W ARAH X
8  C=0,0.9,0,0,0,1.3                  : 0.9D+1.3W ARAH Y
C (SEMUA BEBAN HIDUP SUDAH TEREDUKSI 0.75)
9  C=0,1.05,1.05/0.75,1.05 D=1.35*1.5  : 1.05(DL+LLr+E), K=1.35, I=1.5
10 C=0,1.05,1.05/0.75,1.05 D=-1.35*1.5 : 1.05(DL+LLr-E), K=1.35, I=1.5

SELECT
NT=1 ID=201,951,1  SW=1
     ID=2500,9800,1000 SW=1
NT=2 ID=101,136,1  SW=1

Input data blok SPEC untuk kombinasi arah gempa berikutnya
SPEC
C 30% SUMBU X + 100% SUMBU Y
A=0  S=9.81  D=0.05
0      0.05*0.3    0.05
0.5    0.05*0.3    0.05
1      0.035*0.3   0.035
1.5    0.027*0.3   0.027
2      0.0178*0.3  0.0178
2.5    0.0178*0.3  0.0178
3      0.0178*0.3  0.0178
```

Gempa 100%X + 30%Y

PROGRAM:SAP90/FILE:PORT.SPC

ANALISA STRUKTUR UTAMA KOMPOSIT BAJA - BETON

S P E C T R U M I N P U T D A T A

AMPLITUDE MULTIPLIER ----"S"- 9.810
DAMPING RATIO ----------"D"- 0.050
ANGLE OF S1 WITH X-AXIS -"A"- 0.000

MODE NUMBER	FREQUENCY RAD./SEC	CYCLES/SEC	PERIOD-SEC	(D)	SPECTRAL ACCELERATION	VELOCITY	DISPLACEMENT
1	6.55	1.04	0.959916	(1)	0.355	0.054	0.008
				(2)	0.107	0.016	0.002
				(Z)	0.000	0.000	0.000
2	7.29	1.16	0.862154	(1)	0.384	0.053	0.007
				(2)	0.115	0.016	0.002
				(Z)	0.000	0.000	0.000
3	10.60	1.69	0.593030	(1)	0.463	0.044	0.004
				(2)	0.139	0.013	0.001
				(Z)	0.000	0.000	0.000
4	21.55	3.43	0.291602	(1)	0.491	0.023	0.001
				(2)	0.147	0.007	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000
5	23.43	3.73	0.268175	(1)	0.491	0.021	0.001
				(2)	0.147	0.006	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000
6	35.76	5.69	0.175694	(1)	0.491	0.014	0.000
				(2)	0.147	0.004	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000
7	47.47	7.55	0.132366	(1)	0.491	0.010	0.000
				(2)	0.147	0.003	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000

M O D A L A M P L I T U D E F A C T O R S
AT 0.00 AND -90.00 DEGREES

MODE	PERIOD	1-DIRECTION	2-DIRECTION	Z-DIRECTION
1	0.960	-0.009956	0.049472	0.000000
2	0.862	-0.145349	-0.002857	0.000000
3	0.593	-0.008406	0.001593	0.000000
4	0.292	0.000012	-0.002920	0.000000
5	0.268	-0.007802	-0.000007	0.000000
6	0.176	-0.000096	0.000010	0.000000
7	0.132	0.000002	0.000331	0.000000

M O D A L C O R R E L A T I O N F A C T O R S

	1	2	3	4	5	6	7
1	1.00	0.46	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
2	0.46	1.00	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00
3	0.04	0.06	1.00	0.02	0.01	0.00	0.00
4	0.01	0.01	0.02	1.00	0.59	0.04	0.01
5	0.00	0.01	0.01	0.59	1.00	0.05	0.02
6	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	1.00	0.11
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.11	1.00

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
AT 0.00 AND -90.00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	-0.25968E+01	0.43013E+02	0.00000E+00	-0.89814E+03	-0.53054E+02	0.73105E+02
2	0.15526E+03	0.10172E+02	0.00000E+00	-0.21683E+03	0.32057E+04	0.27220E+03
3	-0.19568E+01	0.12361E+01	0.00000E+00	-0.30916E+02	-0.43644E+02	0.28622E+03
4	-0.15283E-01	0.12488E+02	0.00000E+00	-0.44661E+02	0.39136E-01	0.47664E+02
5	0.37397E+02	0.11972E+00	0.00000E+00	-0.43068E+00	0.89376E+02	-0.28230E+02
6	-0.31192E-01	0.11097E-01	0.00000E+00	-0.13086E+00	-0.27115E+00	0.15246E+02
7	0.66633E-02	0.37756E+01	0.00000E+00	-0.15107E+02	-0.26870E-01	0.12711E+02
CQC	0.16027E+03	0.45393E+02	0.00000E+00	0.90839E+03	0.32153E+04	0.39071E+03

Gempa 30%X + 100%Y

ANALISA STRUKTUR UTAMA KOMPOSIT BAJA - BETON

S P E C T R U M I N P U T D A T A

AMPLITUDE MULTIPLIER ----"S"- 9.810
DAMPING RATIO ------------"D"- 0.050
ANGLE OF SI WITH X-AXIS -"A"- 0.000

MODE NUMBER	FREQUENCY RAD./SEC	CYCLES/SEC	PERIOD-SEC (D)		SPECTRAL ACCELERATION	VELOCITY	DISPLACEMENT
1	6.55	1.04	0.959916	(1)	0.107	0.016	0.002
				(2)	0.355	0.054	0.008
				(Z)	0.000	0.000	0.000
2	7.29	1.16	0.862154	(1)	0.115	0.016	0.002
				(2)	0.384	0.053	0.007
				(Z)	0.000	0.000	0.000
3	10.60	1.69	0.593030	(1)	0.139	0.013	0.001
				(2)	0.463	0.044	0.004
				(Z)	0.000	0.000	0.000
4	21.55	3.43	0.291602	(1)	0.147	0.007	0.000
				(2)	0.491	0.023	0.001
				(Z)	0.000	0.000	0.000
5	23.43	3.73	0.268175	(1)	0.147	0.006	0.000
				(2)	0.491	0.021	0.001
				(Z)	0.000	0.000	0.000
6	35.76	5.69	0.175694	(1)	0.147	0.004	0.000
				(2)	0.491	0.014	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000
7	47.47	7.55	0.132366	(1)	0.147	0.003	0.000
				(2)	0.491	0.010	0.000
				(Z)	0.000	0.000	0.000

M O D A L A M P L I T U D E F A C T O R S
AT 0.00 AND -90.00 DEGREES

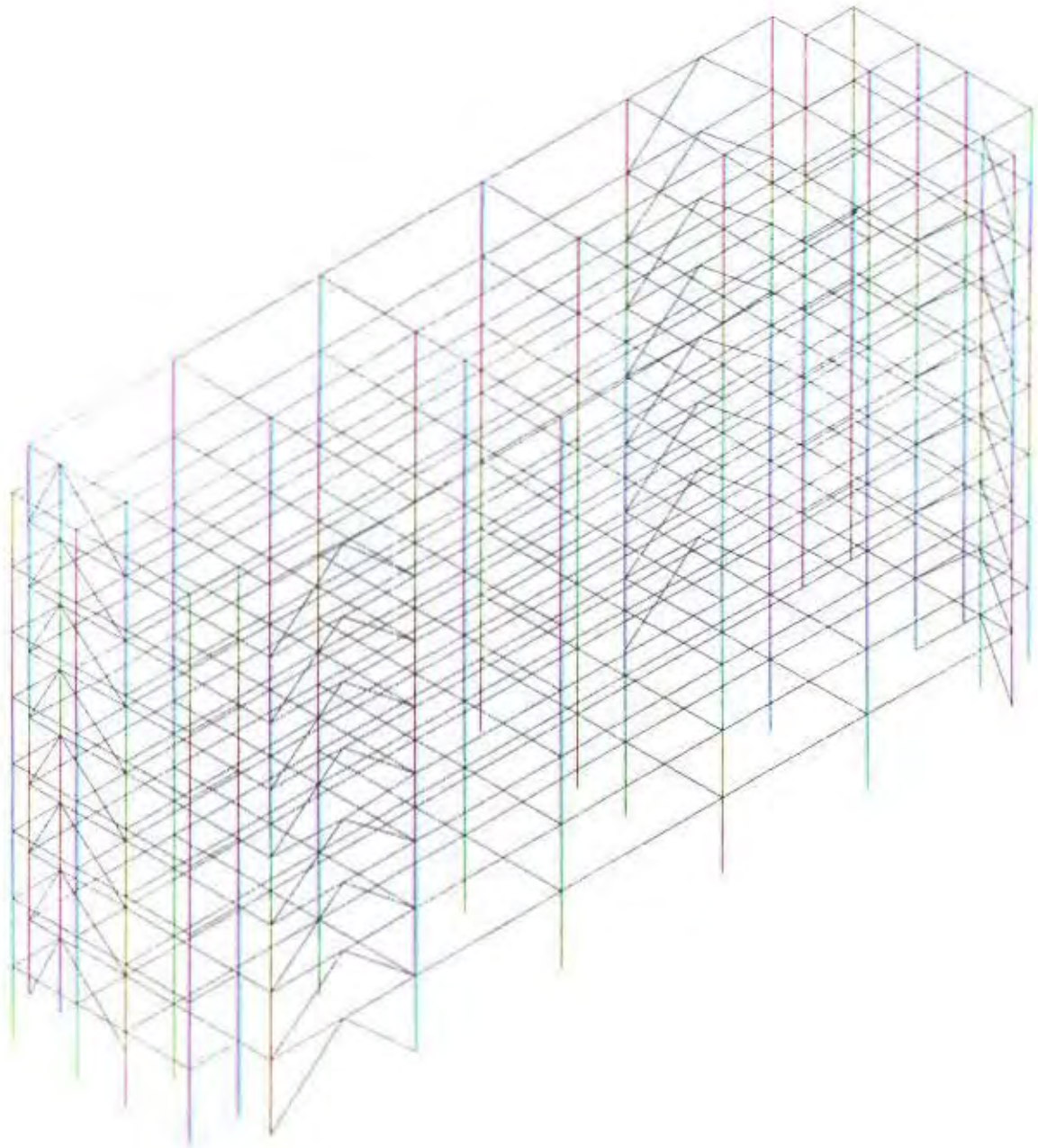
MODE	PERIOD	1-DIRECTION	2-DIRECTION	Z-DIRECTION
1	0.960	-0.002987	0.164907	0.000000
2	0.862	-0.043605	-0.009523	0.000000
3	0.593	-0.002522	0.005310	0.000000
4	0.292	0.000004	-0.009732	0.000000
5	0.268	-0.002341	-0.000025	0.000000
6	0.176	-0.000029	0.000034	0.000000
7	0.132	0.000001	0.001103	0.000000

M O D A L C O R R E L A T I O N F A C T O R S

	1	2	3	4	5	6	7
1	1.00	0.46	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
2	0.46	1.00	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00
3	0.04	0.06	1.00	0.02	0.01	0.00	0.00
4	0.01	0.01	0.02	1.00	0.59	0.04	0.01
5	0.00	0.01	0.01	0.59	1.00	0.05	0.02
6	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	1.00	0.11
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.11	1.00

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
AT 0.00 AND -90.00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	-0.84873E+01	0.14058E+03	0.00000E+00	-0.29354E+04	-0.17340E+03	0.23893E+03
2	0.47665E+02	0.31230E+01	0.00000E+00	-0.66568E+02	0.98418E+03	0.83568E+02
3	-0.13445E+01	0.84937E+00	0.00000E+00	-0.21243E+02	-0.29988E+02	0.19666E+03
4	-0.50943E-01	0.41625E+02	0.00000E+00	-0.14887E+03	0.13045E+00	0.15888E+03
5	0.11220E+02	0.35917E-01	0.00000E+00	-0.12921E+00	0.26814E+02	-0.84694E+01
6	-0.14434E-01	0.51350E-02	0.00000E+00	-0.60555E-01	-0.12547E+00	0.70551E+01
7	0.22211E-01	0.12586E+02	0.00000E+00	-0.50355E+02	-0.89566E-01	0.42368E+02
CQC	0.49062E+02	0.14777E+03	0.00000E+00	0.29481E+04	0.98534E+03	0.37180E+03



Z
Y X

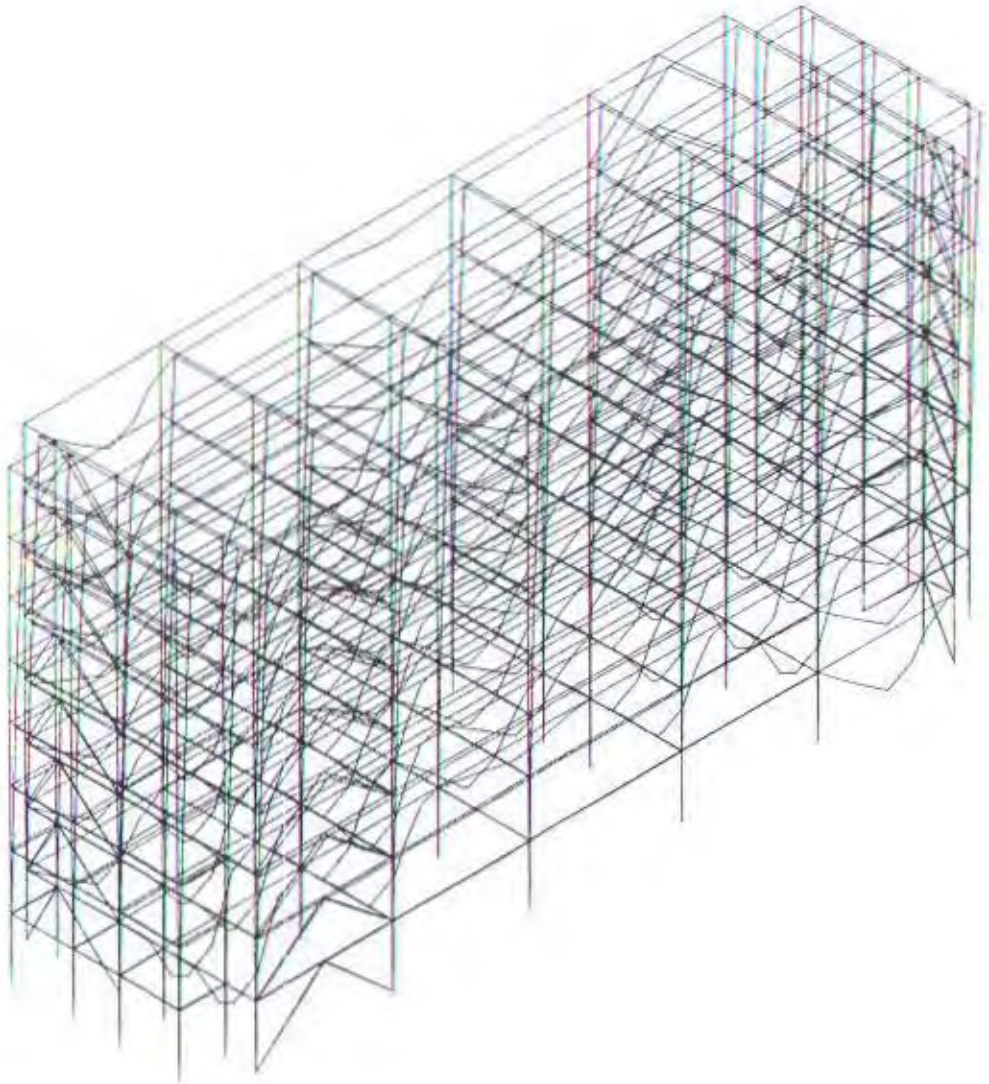
PORT

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

WIRE FRAME

SAP90



Z
Y X

PORT1

DEFORMED
SHAPE

LOAD 10

MINIMA
X-0.6762E-02
Y-0.3546E-01
Z-0.1523E+00
MAXIMA
X 0.0000E+00
Y 0.0000E+00
Z 0.0000E+00

SAP90

TABEL PERHITUNGAN PELAT BONDEK

didasarkan pada tabel 2 (tabel perencanaan praktis) dari produsen

No. pelat	lx m	ly m	Tipe pelat	qD kg/m2	qL kg/m2	qD + qL kg/m2	Bentang	t perlu cm	ts pakai cm	tiang penyanggah	tul. negatif		tul. susut mm2/m
											perlu (mm2/m)	pasang (mm2/m)	
A	1.50	3.00	satu arah	84	300	384	menerus	9	11	tnp. penyanggah	85	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
B	1.50	4.00	satu arah	84	400	484	menerus	9	11	tnp. penyanggah	98	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
C	2.25	6.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	198	BRC M7 (257)	BRC M5 (131)
D	1.50	3.00	satu arah	84	300	384	menerus	9	11	tnp. penyanggah	85	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
E	2.25	6.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	198	BRC M7 (257)	BRC M5 (131)
F	2.00	3.00	satu arah	84	300	384	menerus	9	11	tnp. penyanggah	155	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
G	1.50	6.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	85	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
H	2.00	4.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	155	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
I	2.00	3.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	155	BRC M6 (188)	BRC M5 (131)
J	2.50	6.00	satu arah	84	250	334	menerus	9	11	tnp. penyanggah	248	BRC M7 (257)	BRC M5 (131)

Keterangan:

1. qD = beban mati selain berat sendiri bondek
2. qL = beban hidup lantai menurut PPI 1983
3. Beban berguna (*super imposed load*) = qD + qL
4. Tulangan susut dipakai sama untuk lapangan dan tumpuan.

TABEL PERHITUNGAN KONTROL KUAT NOMINAL DAN LENDUTAN BALOK ANAK KOMPOSIT (sebelum komposit)

wD1 = 324.1 kg/m2 (belum termasuk berat profil)
fy = 240 MPa

qD = ws + (bo x wD1)
qu = 1.4 qD

No. Balok	L mm	Profil mm	ws kg/m	d mm	bf mm	tf mm	tw mm	Ix cm4	Sx cm3	Zx cm3	bo mm	Ag cm2	qD kg / m	qu kg / m	Mu kg cm	Vu kg	fu kg/cm2		ϕMn kg cm		ϕVn	
a	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2250	37.66	758.83	1062.36	478059.75	3187.07	1639	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
b	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	1500	26.84	507.25	710.15	79891.88	1065.23	643	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
c	4000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	1500	26.84	507.25	710.15	142030.00	1420.30	1144	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
d	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	1500	26.84	507.25	710.15	79891.88	1065.23	643	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
e	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	2000	26.84	669.30	937.02	105414.75	1405.53	849	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
f	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2250	37.66	758.83	1062.36	478059.75	3187.07	1639	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
g	2000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	2000	26.84	21.10	29.54	1477.00	29.54	12	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
h	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2000	37.66	677.80	948.92	427014.00	2846.76	1464	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
i	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	2000	26.84	21.10	29.54	3323.25	44.31	27	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
j	6000	WF 250x175x7x11	44.1	244	175	11	7	6120	502	535	2500	56.24	854.35	1196.09	538240.50	3588.27	1191	ok.	2022300	ok.	22135.68	ok.
k	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	1500	37.66	515.75	722.05	324922.50	2166.15	1114	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
l	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	1500	37.66	515.75	722.05	324922.50	2166.15	1114	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
m	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2250	37.66	758.83	1062.36	478059.75	3187.07	1639	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
n	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	1500	26.84	507.25	710.15	79891.88	1065.23	643	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
o	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2500	37.66	839.85	1175.79	529105.50	3527.37	1814	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.
p	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	1020	138	150	2000	26.84	669.30	937.02	105414.75	1405.53	849	ok.	567000	ok.	11508.48	ok.
q	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	4050	324	352	2500	37.66	839.85	1175.79	529105.50	3527.37	1814	ok.	1330560	ok.	19440.00	ok.

Keterangan asumsi:

1. **Lb selalu** < Lp, karena ada pengaruh kekangan topangan dari penghubung geser dan pelat beton

TABEL PERHITUNGAN KUAT NOMINAL BALOK ANAK KOMPOSIT (setelah komposit)

wD1 = 274.1 kg/m2 (belum termasuk berat profil) ts = 110 mm f'c = 30 MPa
wD2 = 84 kg/m2 fy = 240 MPa Ec = 25742.96 MPa
wD3 = 1000 kg/m (beban dinding bata) hr = 53 mm

No. Balok	Tipe	L mm	Profil mm	ws kg/m	d mm	bf mm	tf mm	tw mm	As cm2	bo mm	b_E mm	C N	a mm	e mm	Pyw N	Pyf N	Py N
a	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2250	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
b	INT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	1500	750	644160	33.68	167.16	187200	228480	644160
c	INT	4000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	1500	1000	644160	25.26	171.37	187200	228480	644160
d	INT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	1500	750	644160	33.68	167.16	187200	228480	644160
e	INT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	2000	750	644160	33.68	167.16	187200	228480	644160
f	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2250	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
g	EKT	2000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	2000	250	363375	57.00	155.50	187200	228480	644160
h	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2000	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
i	EKT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	2000	375	545063	57.00	155.50	187200	228480	644160
j	EKT	6000	WF 250x175x7x11	44.1	244	175	11	7	56.24	2500	750	1090125	57.00	203.50	372960	488400	1349760
k	EKT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	1500	750	903840	47.26	211.37	334080	284880	903840
l	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	9	9	6	37.66	1500	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
m	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2250	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
n	INT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	1500	750	644160	33.68	167.16	187200	228480	644160
o	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2500	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840
p	INT	3000	WF 150x100x6x9	21.1	148	100	9	6	26.84	2000	750	644160	33.68	167.16	187200	228480	644160
q	INT	6000	WF 250x125x6x9	29.6	250	125	9	6	37.66	2500	1500	903840	23.63	223.19	334080	284880	903840

Mpw N mm	Mpf N mm	Mp N mm	qD kg / m	qL kg / m	qu kg / m	Mu N mm	ϕMn N mm	ϕVn N	Vu N	Kontrol
19376640	66092160	85468800	835.33	562.5	1902.39	85607550.0	171465076.2	194400.0	57071.7	ok
6084000	29702400	35786400	558.25	450.0	1389.9	15636375.0	91525688.3	115084.8	20848.5	ok
6084000	29702400	35786400	558.25	600.0	1629.9	32598000.0	93830922.2	115084.8	32598.0	ok
6084000	29702400	35786400	558.25	450.0	1389.9	15636375.0	91525688.3	115084.8	20848.5	ok
6084000	29702400	35786400	737.30	600.0	1844.76	20753550.0	91525688.3	115084.8	27671.4	ok
19376640	66092160	85468800	1835.33	562.5	3102.39	139607550.0	171465076.2	194400.0	93071.7	ok
6084000	29702400	35786400	1021.10	500.0	2025.32	10126600.0	65030532.3	115084.8	20253.2	ok
19376640	66092160	85468800	745.80	500.0	1694.96	130281733.3	171465076.2	194400.0	77853.1	ok
6084000	29702400	35786400	1021.10	500.0	2025.32	22784850.0	78194667.4	115084.8	30379.8	ok
20699280	108424800	129124080	1939.35	625.0	3327.22	196982366.7	215165893.1	221356.8	120069.8	ok
19376640	66092160	85468800	1566.75	375.0	2480.1	138608766.7	162388112.3	194400.0	87905.1	ok
19376640	66092160	85468800	566.75	450.0	1400.1	63004500.0	171465076.2	194400.0	42003.0	ok
19376640	66092160	85468800	1835.33	562.5	3102.39	139607550.0	171465076.2	194400.0	93071.7	ok
6084000	29702400	35786400	1558.25	450.0	2589.9	29136375.0	91525688.3	115084.8	38848.5	ok
19376640	66092160	85468800	924.85	625.0	2109.82	94941900.0	171465076.2	194400.0	63294.6	ok
6084000	29702400	35786400	1737.30	600.0	3044.76	34253550.0	91525688.3	115084.8	45671.4	ok
19376640	66092160	85468800	1924.85	625.0	3309.82	148941900.0	171465076.2	194400.0	99294.6	ok

TABEL PERHITUNGAN PENGHUBUNG GESER STAD

hr =	53 mm	fc =	30 MPa
wr =	168 mm	Ec =	25742.96 MPa
fu =	370 MPa	ts =	110 mm

No. Balok	Span L mm	Tipe	Dia. ds mm	Tinggi Hs mm	Luas Asc mm2	Nr pcs	Gaya geser Vnh N	Faktor reduksi Rsc		Kuat nominal Qn N	Asc fu N	paksi N	Jumlah (N) perlu pcs	pakai pcs	p min mm	p maks mm	p pakai mm	Kontrol
a	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
b	3000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	600	ok
c	4000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	800	ok
d	3000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	600	ok
e	3000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	600	ok
f	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
g	2000	TL	20	100	314.29	2	363375	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	3.12	4	120	880	667	ok
h	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
i	3000	TL	20	100	314.29	2	545063	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	4.69	5	120	880	750	ok
j	6000	TL	20	100	314.29	2	1090125	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	9.37	10	120	880	667	ok
k	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
l	6000	TL	20	100	314.29	9	903840	0.80	reduksi	109986.05	116285.71	109986.05	8.22	8	120	880	857	ok
m	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
n	3000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	600	ok
o	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok
p	3000	TL	20	100	314.29	2	644160	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	5.54	6	120	880	600	ok
q	6000	TL	20	100	314.29	2	903840	1.69	tanpa reduksi	138097.09	116285.71	116285.71	7.77	8	120	880	857	ok

WIDE FLANGE (WF) SHAPES TABLE

(Metric Series)

Designation	Weight	Area	Depth	Web	Flange		Corner Radius	Distance[a]			Compact Section Criteria(*)		Elastic Properties						Plastic Modulus	
				Thickness	Width	Thickness		T	k	k1			Axis X-X			Axis Y-Y			Zx(**)	Zy(***)
	W	A	d	tw	bf	tf	r				bf/2tf	hc/tw	I	S	i	I	S	i		
mm	kg/m	cm2	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm3	cm3
	286	364	912	18	302	34	28	788.0	62.0	28.0	4.44	44.13	498,000	10,900	37.00	15,700	1,040	6.56	12,221	1,619
900x300	243	309.8	900	16	300	28	28	788.0	56.0	28.0	5.36	49.65	411,000	9,140	36.40	12,600	843	6.39	10,174	1,314
	213	270.9	890	15	299	23	28	788.0	51.0	28.0	6.50	52.96	345,000	7,760	35.70	10,300	688	6.16	8,634	1,076
	241	307.6	808	16	302	30	28	692.0	58.0	28.0	5.03	43.65	339,000	8,400	33.20	13,800	915	6.70	9,287	1,416
800x300	210	267.4	800	14	300	26	28	692.0	54.0	28.0	5.77	49.88	292,000	7,290	33.00	11,700	782	6.62	7,995	1,207
	191	243.4	792	14	300	22	28	692.0	50.0	28.0	6.82	49.88	254,000	6,410	32.30	9,930	662	6.39	7,040	1,027
	215	273.6	708	15	302	28	28	596.0	56.0	28.0	5.39	40.16	237,000	6,700	29.40	12,900	853	6.86	7,344	1,314
700x300	185	235.5	700	13	300	24	28	596.0	52.0	28.0	6.25	46.33	201,000	5,760	29.30	10,800	722	6.78	6,249	1,108
	166	211.5	692	13	300	20	28	596.0	48.0	28.0	7.50	46.33	172,000	4,980	28.60	9,020	602	6.53	5,414	928
	175	222.4	594	14	302	23	28	492.0	51.0	28.0	6.57	35.60	137,000	4,620	24.90	10,600	701	6.90	5,017	1,076
600x300	151	192.5	588	12	300	20	28	492.0	48.0	28.0	7.50	41.53	118,000	4,020	24.80	9,020	601	6.85	4,309	920
	137	174.5	582	12	300	17	28	492.0	45.0	28.0	8.82	41.53	103,000	3,530	24.30	7,670	511	6.63	3,782	785
	134	107.7	612	13	202	23	22	522.0	45.0	22.0	4.39	40.64	103,000	3,380	24.60	3,180	314	4.31	3,778	493
600x200	120	152.5	606	12	201	20	22	522.0	42.0	22.0	5.03	44.03	90,400	2,980	24.30	2,720	271	4.22	3,317	424
	106	134.4	600	11	200	17	22	522.0	39.0	22.0	5.88	48.03	77,600	2,590	24.00	2,280	228	4.12	2,863	357
	94.6	120.5	596	10	199	15	22	522.0	37.0	22.0	6.63	52.84	68,700	2,310	23.90	1,980	199	4.05	2,535	311
500x300	128	163.5	488	11	300	18	26	400.0	44.0	26.0	8.33	36.94	71,000	2,910	20.80	8,110	541	7.04	3,100	824
	114	145.5	482	11	300	15	26	400.0	41.0	26.0	10.00	36.94	60,400	2,500	20.40	6,760	451	6.82	2,663	689
	103	131.3	506	11	201	19	20	428.0	39.0	20.0	5.29	39.49	56,500	2,230	20.70	2,580	257	4.43	2,462	398
500x200	89.7	114.2	500	10	200	16	20	428.0	36.0	20.0	6.25	43.44	47,800	1,910	20.50	2,140	214	4.33	2,096	332
	79.5	101.3	496	9	199	14	20	428.0	34.0	20.0	7.11	48.26	41,900	1,690	20.30	1,840	185	4.27	1,836	287
450x300	124	157.4	440	11	300	18	24	356.0	42.0	24.0	8.33	32.94	56,100	2,550	18.90	8,110	541	7.18	2,728	822
	106	135	434	10	299	15	24	356.0	39.0	24.0	9.97	36.24	46,800	2,160	18.60	6,690	488	7.04	2,287	681
450x200	76	96.76	450	9	200	14	18	386.0	32.0	18.0	7.14	43.59	33,500	1,490	18.60	1,870	187	4.40	1,621	289
	66.2	84.3	446	8	199	12	18	386.0	30.0	18.0	8.29	49.04	28,700	1,290	18.50	1,580	159	4.33	1,393	244
	605	770.1	498	45	432	70	22	314.0	92.0	22.0	3.09	7.12	298,000	12,000	24.30	94,400	4,370	11.10	14,385	6,713
	415	528.6	458	30	417	50	22	314.0	72.0	22.0	4.17	10.68	187,000	8,170	19.70	60,500	2,900	10.70	9,468	4,428
	283	360.7	428	20	407	35	22	314.0	57.0	22.0	5.81	16.02	119,000	5,570	18.80	39,400	1,930	10.40	6,239	2,935
400x400	232	295.4	414	18	405	28	22	314.0	50.0	22.0	7.23	17.80	92,800	4,480	18.20	31,000	1,530	10.20	4,954	2,325
	200	254.9	406	16	403	24	22	314.0	46.0	22.0	8.40	20.02	78,000	3,840	17.50	26,200	1,300	10.10	4,207	1,972
	197	250.7	400	21	408	21	22	314.0	43.0	22.0	9.71	15.25	70,900	3,540	17.50	23,800	1,170	9.75	3,920	1,787
	172	218.7	400	13	400	21	22	314.0	43.0	22.0	9.52	24.64	66,600	3,330	17.50	22,400	1,120	10.10	3,600	1,695
	168	214.4	394	18	405	18	22	314.0	40.0	22.0	11.25	17.80	59,700	3,030	16.70	20,000	985	9.65	3,318	1,505
	147	186.8	394	11	398	18	22	314.0	40.0	22.0	11.06	29.12	56,100	2,850	17.30	18,900	951	10.10	3,046	1,436
	140	178.5	398	15	402	15	22	324.0	37.0	22.0	13.40	22.02	49,000	2,520	16.60	16,300	809	9.54	2,817	1,233
400x300	107	136	390	10	300	16	22	314.0	38.0	22.0	9.38	32.04	38,700	1,980	16.90	7,210	481	7.28	2,116	729
	94.3	120.1	386	9	299	14	22	314.0	36.0	22.0	10.68	35.59	33,700	1,740	16.70	6,240	418	7.21	1,846	633
400x200	66	84.12	400	8	200	13	16	342.0	29.0	16.0	7.69	43.54	23,700	1,190	16.80	1,740	174	4.54	1,286	266
	56.6	72.16	396	7	199	11	16	342.0	27.0	16.0	9.05	49.76	20,000	1,010	16.70	1,450	145	4.48	1,088	222

(Metric Series)

Designation	Weight	Area	Depth	Web	Flange		Corner Radius	Distance(a)			Compact Section Criteria(*)		Elastic Properties						Plastic Modulus	
				Thickness	Width	Thickness							Axis X-X			Axis Y-Y				
	W	A	d	tw	bf	tf	r	T	k	k1	bf/2tf	hc/tw	I	S	i	I	S	i	Zx(**)	Zy(***)
mm	kg/m	cm2	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm3	cm3
350x350	159	202	356	14	352	22	20	272.0	42.0	20.0	8.00	19.88	47,600	2,670	15.30	16,000	909	8.90	2,927	1,378
	156	198.4	350	19	357	19	20	272.0	39.0	20.0	9.39	14.65	42,800	2,450	14.70	14,400	809	8.53	2,708	1,239
	136	173.9	350	12	350	19	20	272.0	39.0	20.0	9.21	23.20	40,300	2,300	15.20	13,600	776	8.84	2,493	1,175
	131	166.6	344	16	354	16	20	272.0	36.0	20.0	11.06	17.40	35,300	2,050	14.60	11,800	669	8.43	2,247	1,022
	115	146	344	10	248	16	20	272.0	36.0	20.0	7.75	27.84	33,300	1,940	15.10	11,200	646	8.78	1,545	500
	106	153.3	338	13	351	13	20	272.0	33.0	20.0	13.50	21.41	28,200	1,670	14.40	9,380	534	8.33	1,799	814
350x250	79.7	101.5	340	9	250	14	20	272.0	34.0	20.0	8.93	30.93	21,700	1,280	14.60	3,650	292	6.00	1,360	444
	69.2	88.15	336	8	249	12	20	272.0	32.0	20.0	10.38	34.79	18,500	1,100	14.50	3,090	248	5.92	1,163	377
350x175	49.6	63.14	350	7	175	11	14	300.0	25.0	14.0	7.95	43.76	13,600	775	14.70	984	112	3.95	841	172
	41.4	52.68	346	6	174	9	14	300.0	23.0	14.0	9.67	51.06	11,100	641	14.50	792	91	3.88	689	139
300x300	106	134.8	304	11	301	17	18	234.0	35.0	18.0	8.85	21.85	23,400	1,540	13.20	7,730	514	7.57	1,669	778
	106	134.8	300	15	305	15	18	234.0	33.0	18.0	10.17	16.02	21,500	1,440	12.60	7,100	466	7.26	1,577	713
	94	119.8	300	10	300	15	18	234.0	33.0	18.0	10.00	24.04	20,400	1,360	13.10	6,750	450	7.51	1,465	682
	87	110.8	298	9	299	14	18	234.0	32.0	18.0	10.68	26.71	18,800	1,270	13.00	6,240	417	7.51	1,351	631
	84.5	107.7	294	12	302	12	18	234.0	30.0	18.0	12.58	20.03	16,900	1,150	12.50	5,520	365	7.16	1,241	557
300x200	65.4	83.36	298	9	201	14	18	234.0	32.0	18.0	7.18	26.71	13,300	893	12.60	1,900	189	4.77	963	288
	56.8	72.38	294	8	200	12	18	234.0	30.0	18.0	8.33	30.04	11,300	771	12.50	1,600	160	4.71	823	244
300x150	36.7	46.78	300	6.5	150	9	13	256.0	22.0	13.0	8.33	40.36	7,210	481	12.40	508	68	3.29	522	104
	32	40.80	298	5.5	149	8	13	256.0	21.0	13.0	9.31	47.70	6,320	424	12.40	442	59	3.29	455	91
250x250	82.2	104.7	250	14	255	14	16	190.0	30.0	16.0	9.11	14.03	11,500	919	10.50	3,880	304	6.09	1,015	466
	72.4	92.18	250	9	250	14	16	190.0	30.0	16.0	8.93	21.82	10,800	867	10.80	3,650	292	6.29	937	442
	66.5	84.7	248	8	249	13	16	190.0	29.0	16.0	9.58	24.54	9,930	801	10.80	3,350	269	6.29	859	407
	64.4	82.06	244	11	252	11	16	190.0	27.0	16.0	11.45	17.85	8,790	720	10.30	2,940	233	5.98	781	356
250x175	44.1	56.24	244	7	175	11	16	190.0	27.0	16.0	7.95	28.05	6,120	502	10.40	984	113	4.18	535	171
250x125	29.6	37.66	250	6	125	9	12	208.0	21.0	12.0	6.94	35.73	4,050	324	10.40	294	47	2.79	352	72
	25.7	32.68	248	5	124	8	12	208.0	20.0	12.0	7.75	42.87	3,540	285	10.40	255	41.1	2.79	305	63
200x200	65.7	83.69	208	10	202	16	13	150.0	29.0	13.0	6.31	15.64	6,530	628	8.83	2,200	218	5.13	698	331
	56.2	71.53	200	12	204	12	13	150.0	25.0	13.0	8.50	13.03	4,980	498	8.35	1,700	167	4.88	553	256
	49.9	63.53	200	8	200	12	13	150.0	25.0	13.0	8.33	19.54	4,720	472	8.62	1,600	160	5.02	513	243
200x150	30.6	39.01	194	6	150	9	13	150.0	22.0	13.0	8.33	26.06	2,690	277	8.30	507	67.6	3.61	296	103
200x100	21.3	27.16	200	5.5	100	8	11	162.0	19.0	11.0	6.25	30.61	1,840	184	8.24	134	26.8	2.22	200	41
	18.2	23.18	198	4.5	99	7	11	162.0	18.0	11.0	7.07	37.41	1,580	160	8.26	114	23.0	2.21	170	35
175x175	40.2	51.21	175	7.5	175	11	12	129.0	23.0	12.0	7.95	18.05	2,880	330	7.50	984	112	4.38	360	171
175x125	23.3	29.65	169	5.5	125	8	12	129.0	20.0	12.0	7.81	24.61	1,530	181	7.18	261	41.8	2.97	193	64
175x90	18.1	23.04	175	5	90	8	9	141.0	17.0	9.0	5.63	29.47	1,210	139	7.26	97.5	21.7	2.06	152	33
150x150	31.5	40.14	150	7	150	10	11	108.0	21.0	11.0	7.50	16.34	1,640	219	6.39	563	75.1	3.75	240	114
150x100	21.1	26.84	148	6	100	9	11	108.0	20.0	11.0	5.56	19.06	1,020	138	6.17	151	30.1	2.37	150	46
150x75	14	17.85	150	5	75	7	8	120.0	15.0	8.0	5.36	25.27	666	88.8	6.11	49.5	13.2	1.66	98	21
125x125	23.8	30.31	125	6.5	125	9	10	87.0	19.0	10.0	6.94	14.36	847	136	5.29	293	47.9	3.11	149	71
125x60	13.2	16.84	125	6	60	8	9	91.0	17.0	9.0	3.75	16.23	413	66	4.95	29.2	9.73	1.32	74	15
100x100	17.2	21.90	100	6	100	8	10	64.0	18.0	10.0	6.25	11.73	383	76.5	4.18	134	26.7	2.47	84	41
100x50	9.3	11.85	100	5	50	7	8	70.0	15.0	8.0	3.57	15.27	187	37.5	3.98	14.8	5.91	1.12	42	9

(*) $hc = d + 1/4^{*} - 2k$: as per LRFD-B5.1

(**) $Zx = \frac{t_w d^2}{4} + (b - t_w)(d - t_f)t_f$: as per PPBBI 1984 - Table 27. Chapter 10

(***) $Zy = \frac{t_w b^2}{2} + (d - 2t_f)\frac{t_w^2}{4}$: as per PPBBI 1984 - Table 27. Chapter 10

(a) - T = d - 2k
- k = tf + r
- k1 = r

Unbraced point distance (Lp and Lr) of WF (Hot rolled profile) Table

Elastic modulus, E = 2.100E+05 MPa fr = 70 MPa
Shear modulus , G = 8.100E+04 MPa fy = 240 MPa

Designation	Thickness		Depth			Width	Corner radius	Sectional Area	Elastic Section Modulus	Moment of Inertia	Radius of Gyration	Non warping torsional constant	Warping torsional constant	X_1	X_2	Lp	Lr
	tw	tf	d	h	dw	bf	r	A	Sx	Iy	ry	J	Iw				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm3	cm4	cm	mm4	mm4			mm	mm
	18	34	912	878	844	302	28	364	10900	15700	6.56	9553941.33	3.0080E+13	15681.13	3.02E-14	3415	8558
900x300	16	28	900	872	844	300	28	309.8	9140	12600	6.39	5542741.33	2.3952E+13	13140.70	1.31E-13	3327	6985
	15	23	890	867	844	299	28	270.9	7760	10300	6.16	3374788.67	1.9256E+13	11293.48	4.86E-13	3207	5787
	16	30	808	778	748	302	28	307.6	8400	13800	6.70	6457269.33	2.0840E+13	15378.01	4.02E-14	3488	8571
800x300	15	26	800	774	748	300	28	267.4	7290	11700	6.62	4356700.00	1.7523E+13	13570.44	1.09E-13	3446	7473
	14	22	792	770	748	300	28	243.4	6410	9930	6.39	2813770.67	1.4874E+13	11833.37	3.70E-13	3327	6290
	15	28	708	680	652	302	28	273.6	6700	12900	6.86	5153169.33	1.4859E+13	16243.60	3.06E-14	3571	9270
700x300	13	24	700	676	652	300	28	235.5	5760	10800	6.78	3242281.33	1.2338E+13	13904.65	1.06E-13	3530	7843
	13	20	692	672	652	300	28	211.5	4980	9020	6.53	2077481.33	1.0161E+13	12199.90	3.46E-13	3400	6627
	14	23	594	571	548	302	28	222.4	4620	10600	6.90	2950880.00	8.6062E+12	16071.69	4.53E-14	3592	9225
600x300	12	20	588	568	548	300	28	192.5	4020	9020	6.85	1915648.00	7.2590E+12	13845.51	1.45E-13	3566	7690
	12	17	582	565	548	300	28	174.5	3530	7670	6.63	1298248.00	6.1052E+12	12358.44	4.04E-13	3452	6816
	13	23	612	589	566	202	22	107.7	3380	3180	4.31	2052990.00	2.7403E+12	12751.06	5.88E-14	2244	4572
600x200	12	20	606	586	566	201	22	152.5	2980	2720	4.22	1398016.00	2.3238E+12	14201.58	1.64E-13	2197	4986
	11	17	600	583	566	200	22	134.4	2590	2280	4.12	906182.00	1.9260E+12	12350.07	5.24E-13	2145	4233
	10	15	596	581	566	199	22	120.5	2310	1980	4.05	636416.67	1.6626E+12	10987.89	1.35E-12	2108	3702
500x300	11	18	488	470	452	300	26	163.5	2910	6110	7.04	1366937.33	4.4732E+12	14890.25	1.05E-13	3665	8720
	11	15	482	467	452	300	26	145.5	2500	6760	6.82	875537.33	3.6803E+12	13085.51	3.36E-13	3551	7424
	11	19	506	487	468	201	20	131.3	2230	2580	4.43	1126742.00	1.5247E+12	15808.90	8.43E-14	2306	5826
500x200	10	16	500	484	468	200	20	114.2	1910	2140	4.33	702133.33	1.2494E+12	13588.49	2.97E-13	2254	4895
	9	14	496	482	468	199	20	101.3	1690	1840	4.27	477761.33	1.0680E+12	11931.23	8.44E-13	2223	4238
450x300	11	18	440	422	404	300	24	157.4	2550	8110	7.18	1345641.33	3.6062E+12	16542.02	5.33E-14	3738	9881
	10	15	434	419	404	299	24	135	2160	6690	7.04	807416.67	2.9331E+12	14009.54	2.09E-13	3665	8205
450x200	9	14	450	436	422	200	18	96.76	1490	1870	4.40	468412.67	8.8711E+11	13095.97	4.51E-13	2291	4794
	8	12	446	434	422	199	18	84.3	1290	1580	4.33	301269.33	7.4216E+11	11323.05	1.47E-12	2254	4079
	45	70	498	428	358	432	22	770.1	12000	94400	11.10	109658250.00	4.3075E+13	70189.92	6.08E-19	5779	84813
	30	50	458	408	358	417	22	528.6	8170	60500	10.70	37972000.00	2.5147E+13	50261.46	8.28E-18	5571	44739
	20	35	428	393	358	407	22	360.7	5570	39400	10.40	12588083.33	1.5185E+13	35063.84	1.37E-16	5414	30336
	18	28	414	386	358	405	22	295.4	4480	31000	10.20	6622992.00	1.1547E+13	28616.48	7.25E-16	5310	24282
400x400	16	24	406	382	358	403	22	254.9	3840	26200	10.10	4202837.33	9.5508E+12	24705.11	2.36E-15	5258	20757
	21	21	400	379	358	408	22	250.7	3540	23800	9.75	3624138.00	8.5362E+12	24679.60	3.03E-15	5076	20017
	13	21	400	379	358	400	22	218.7	3330	22400	10.10	2731775.33	8.0439E+12	21274.75	7.37E-15	5258	17875
	18	18	394	376	358	405	22	214.4	3030	20000	9.65	2270592.00	7.0437E+12	21105.77	1.04E-14	5024	16943
	11	18	394	376	358	398	22	186.8	2850	18900	10.10	1706256.67	6.6848E+12	18156.31	2.56E-14	5258	15255
	15	15	398	383	368	402	22	178.5	2520	16300	9.54	1318500.00	5.9560E+12	17644.95	4.53E-14	4967	14003
400x300	10	16	390	374	358	300	22	136	1980	7210	7.28	938533.33	2.5178E+12	16538.30	6.43E-14	3790	10016
	9	14	386	372	358	299	22	120.1	1740	6240	7.21	633964.67	2.1578E+12	14535.05	1.82E-13	3754	8718
400x200	8	13	400	387	374	200	16	84.12	1190	1740	4.54	356762.67	6.4900E+11	13343.02	4.29E-13	2364	5039
	7	11	396	385	374	199	16	72.16	1010	1450	4.48	219340.00	5.3538E+11	11416.88	1.54E-12	2332	4255

Designation	Thickness		Depth			Width	Corner radius	Sectional Area	Elestic Section Modulus	Moment of Inertia	Radius of Gyration	Non warping torsional constant	Warping torsional constant	X_1	X_2	Lp	Lr
	tw	tf	d	h	dw	bf	r	A	Sx	Iy	ry	J	Iw				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm3	cm4	cm	mm4	mm4			mm	mm
350x350	14	22	356	334	312	352	20	202	2670	16000	8.90	2784106.67	4.4600E+12	25743.59	2.19E-15	4633	19060
	19	19	350	331	312	357	20	198.4	2450	14400	8.53	2345778.00	3.9464E+12	25521.72	3.03E-15	4441	18110
	12	19	350	331	312	350	20	173.9	2300	13600	8.84	1780145.33	3.7188E+12	22172.34	7.08E-15	4602	16305
	16	16	344	328	312	354	20	166.6	2050	11800	8.43	1392640.00	3.1818E+12	21535.99	1.18E-14	4389	15103
	10	16	344	328	312	248	20	146	1940	11200	8.78	781205.33	1.0940E+12	15955.82	3.45E-14	4571	11654
	13	13	338	325	312	351	20	153.3	1670	9380	8.33	742586.00	2.4741E+12	18517.82	6.27E-14	4337	12832
350x250	9	14	340	326	312	250	20	101.5	1280	3650	6.00	533149.33	9.6866E+11	16657.48	8.19E-14	3124	8314
	8	12	336	324	312	249	20	88.15	1100	3090	5.92	340096.00	8.1032E+11	14427.17	2.67E-13	3082	7105
350x175	7	11	350	339	328	175	14	63.14	775	9840	3.95	192784.67	2.8229E+11	13046.14	6.96E-14	2056	4288
	6	9	346	337	328	174	14	52.68	641	792	3.88	108180.00	2.2436E+11	10794.44	3.24E-12	2020	3484
300x300	11	17	304	287	270	301	18	134.8	1540	7730	7.57	1105665.33	1.5911E+12	22977.24	7.20E-15	3941	14470
	15	15	300	285	270	305	18	134.8	1440	7100	7.26	990000.00	1.4404E+12	23252.08	8.44E-15	3780	14043
	10	15	300	285	270	300	18	119.8	1360	6750	7.51	765000.00	1.3707E+12	20402.44	1.88E-14	3910	12746
	9	14	298	284	270	299	18	110.8	1270	6240	7.51	612580.67	1.2577E+12	18802.24	3.46E-14	3910	11747
	12	12	294	282	270	302	18	107.7	1150	5520	7.16	503424.00	1.0952E+12	18558.32	5.02E-14	3728	11054
300x200	9	14	298	284	270	201	18	83.36	893	1900	4.77	433306.00	3.8207E+11	19506.82	3.37E-14	2483	7741
	8	12	294	282	270	200	18	72.38	771	1600	4.71	276480.00	3.1810E+11	16817.00	1.12E-13	2452	6589
300x150	6.5	9	300	291	282	150	13	46.78	481	508	3.29	98714.75	1.0717E+11	12949.05	1.11E-12	1713	3544
	5.5	8	298	290	282	149	13	40.8	424	442	3.29	66497.92	9.2733E+10	11259.78	3.22E-12	1713	3082
250x250	14	14	250	236	222	255	16	104.7	919	3880	6.09	869536.00	5.3872E+11	26406.24	4.58E-15	3171	13378
	9	14	250	236	222	250	16	92.18	867	3650	6.29	511279.33	5.0765E+11	22950.40	1.07E-14	3275	12009
	8	13	248	235	222	249	16	84.7	901	3350	6.29	402590.00	4.6181E+11	18784.96	3.21E-14	3275	9829
	11	11	244	233	222	252	16	82.06	720	2940	5.98	322102.00	3.9819E+11	20696.26	3.14E-14	3113	10296
250x175	7	11	244	233	222	175	16	56.24	502	984	4.18	180665.33	1.3335E+11	18404.25	7.51E-14	2176	6400
250x125	6	9	250	241	232	125	12	37.66	324	294	2.79	77454.00	4.2540E+10	15278.44	4.12E-13	1453	3546
	5	8	248	240	232	124	12	32.68	285	255	2.79	51992.00	3.6607E+10	13256.42	1.20E-12	1453	3077
200x200	10	16	208	192	176	202	13	83.69	628	2200	5.13	610261.33	2.0257E+11	32983.51	9.59E-16	2671	14076
	12	12	200	188	176	204	13	71.53	498	1700	4.88	336384.00	1.5003E+11	28549.22	3.94E-15	2541	11590
	8	12	200	188	176	200	13	63.53	472	1600	5.02	260437.33	1.4138E+11	24978.18	8.86E-15	2613	10431
200x150	6	9	194	185	176	150	13	39.01	277	507	3.61	85572.00	4.3316E+10	19117.71	8.72E-14	1879	5741
200x100	5.5	8	200	192	184	100	11	27.16	184	134	2.22	44337.67	1.2288E+10	17286.03	2.53E-13	1156	3192
	4.5	7	198	191	184	99	11	23.18	160	113	2.21	28227.00	1.0324E+10	14653.15	8.76E-13	1151	2694
175x175	7.5	11	175	164	153	175	12	51.21	330	984	4.38	176798.96	6.6067E+10	26428.05	7.57E-15	2280	9630
175x125	5.5	8	169	161	153	125	12	29.65	181	261	2.97	51151.79	1.6876E+10	19720.87	9.42E-14	1546	4872
175x90	5	8	175	167	159	90	9	23.04	139	97.5	2.06	37345.00	6.7770E+09	19342.14	1.24E-13	1072	3315
150x150	7	10	150	140	130	150	11	40.14	219	563	3.75	114863.33	2.7563E+10	28418.23	6.01E-15	1952	8865
150x100	6	9	148	139	130	100	11	26.84	138	151	2.37	57960.00	7.2454E+09	26196.19	1.43E-14	1234	5165
150x75	5	7	150	143	136	75	8	17.85	88.8	49.5	1.66	22816.67	2.5162E+09	20830.23	1.08E-13	864	2877
125x125	6.5	9	125	116	107	125	10	30.31	136	293	3.11	70544.96	9.8555E+09	31163.69	4.32E-15	1619	8063
125x60	6	8	125	117	109	60	9	16.84	66.1	29.2	1.32	28328.00	9.8561E+08	30285.82	9.30E-15	887	3326
100x100	6	8	100	92	84	100	10	21.90	76.5	134	2.47	40181.33	2.8213E+09	35541.41	2.57E-15	1286	7303
100x50	5	7	100	93	86	50	8	11.85	37.5	14.8	1.12	15016.67	3.1533E+08	32604.42	7.70E-15	583	3038

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
KAMPUS ITS SUKOLILO TELP. 596094 SURABAYA (60111)

PROJECT : KAMPUS - STIESIA.
LOCATION : JL. Menur Pumpungan SURABAYA.

BORING NO : B-II
DATE : 13 Jan. 1996

LEGEND :
CLAY | SILT | SAND | GRAVEL | SHELL

DEPTH (m)	BOR LOG	SOIL DISCRIPTION	SPT (N) NUMBERR OF BLOVS/FEET
- 0.00			
		- Lempung berlanau (abu-abu kehitaman)	
- 5.00			
-10.00		- Lempung berlanau sedikit pasir (abu-abu kehitaman)	
-15.00			11
		- L e m p u n g. (abu-abu kehitaman)	
-20.00			11
			13
-25.00			14
		- L e m p u n g. (abu-abu kehitaman)	15
-30.00			13
			14
-35.00			
-38.00			13
-40.00			

SPT (N) axis: 10 20 30 40 50 60

LOKASI : JL.MENUR SURABAYA
BOR.No : BH - II

TABLE 3 - 1

Kedalaaan (m)	Saringan dan Hydrometer (%)			Lolos Saringan No. (%)			Atterberg Limits			Volumetri-gravimetri							Klasifi-kasi Tanah	Triaxial Test		Unconfi ned	Consolidasi test		
	G	S	S+C	10	40	200	LL	PL	PI	Gs	Yt	Wc	Yd	e	n	Sr	USCS	Cu	Ø	qu	Pp	Cc	Cv lt.50%
16.50-17.00	0	7	93	100	97	93	118	31.96	86.04	2.628	1.701	50.34	1.131	1.323	56.95	100.0	CH	0.975	0.00	*	1.190	0.476	2.13E-04
19.50-20.00	0	3	97	100	99	97	122	34.81	87.19	2.785	1.720	53.07	1.124	1.478	59.64	100.0	CH	1.025	0.00	*	1.406	0.574	2.30E-04
22.50-23.00	0	2	98	100	100	98	120	36.54	83.46	2.827	1.822	43.26	1.272	1.223	55.02	100.0	CH	0.860	0.00	*	1.653	0.488	4.21E-04
25.50-26.00	0	3	97	100	100	97	124	35.82	88.18	2.871	1.767	50.12	1.177	1.439	59.00	100.0	CH	0.960	0.00	*	1.883	0.610	3.91E-04
28.50-29.00	0	2	98	100	99	98	120	35.09	84.91	2.674	1.700	52.09	1.117	1.393	58.21	100.0	CH	0.875	0.00	*	2.110	0.482	4.21E-04
32.50-33.00	0	4	96	100	100	96	112	31.62	80.38	2.617	1.705	49.48	1.140	1.295	56.43	100.0	CH	0.385	0.00	*	2.320	0.532	2.63E-04
34.50-35.00	0	2	98	100	99	98	117	33.12	83.88	2.582	1.685	50.70	1.118	1.309	56.69	100.0	CH	0.210	0.00	*	2.457	0.495	3.13E-04
37.50-38.00	0	2	98	100	99	98	121	33.81	87.19	2.643	1.659	56.45	1.061	1.492	59.87	100.0	CH	0.575	0.00	*	2.655	0.648	2.16E-04

KETERANGAN :

= Gravel
= Sand
C = Silt + Clay
= Spesific Gravity
= unit weight (gr/cc)
= water content (%)

Yd = dry unit weight (gr/cc)
e = void ratio
n = Porosity (%)
Sr = Degree of saturation (%)
C = cohesion (kg/cm2)
Ø = Internal angle of friction (degree)
qu = Compressive Strength (kg/cm2)

Pp = Preconsolidation Pressure (kg/cm2)
Cc = Compression Index
Cv = Coefficient of consolidation (cm2/sec)
k = Coefficient of Permeability (cm/sec)

* = Not tested

al Pelat / e steel ckness	satuan was / Mass per unit area	penampang / Cross section area	efektif penuh / For fully effective section		Positive bending moment — Dek tertarik / Pan in tension			Negative bending moment — Dek tertekan / Pan in compression			Ie	Gaya reaksi aman untuk perletakan tepi / Safe end reaction			Gaya reaksi aman untuk perletakan tengah / Safe internal reaction		
			Yc	Yt	Ip	Zpc	Zpt	In	Znc	Znt		10 mm perletakan / 10 mm of bearing	Pertambahan per 10 mm / Increm per 10 mm	Max	10 mm perletakan / 10 mm of bearing	Pertambahan per 10 mm / Increm per 10 mm	Max
m	kg / m²	mm²	mm	mm	10⁶ x mm⁴	10³ x mm³	10³ x mm³	10⁶ x mm⁴	10³ x mm³	10³ x mm³	10⁶ x mm⁴	KN	KN	KN	KN	KN	KN
0.75	10.1	1241	38.6	15.4	0.511	13.15	33.14	0.329	10.21	10.73	0.425	3.76	0.99	8.11	15.01	1.14	17.13

* = [illegible]

* = [illegible]

* = [illegible]

* = [illegible]

* = [illegible]

* = [illegible]

EL 2 : TABEL PERENCANAAN PRAKTIS

TABLE 2 : PRACTICAL DESIGN TABLE

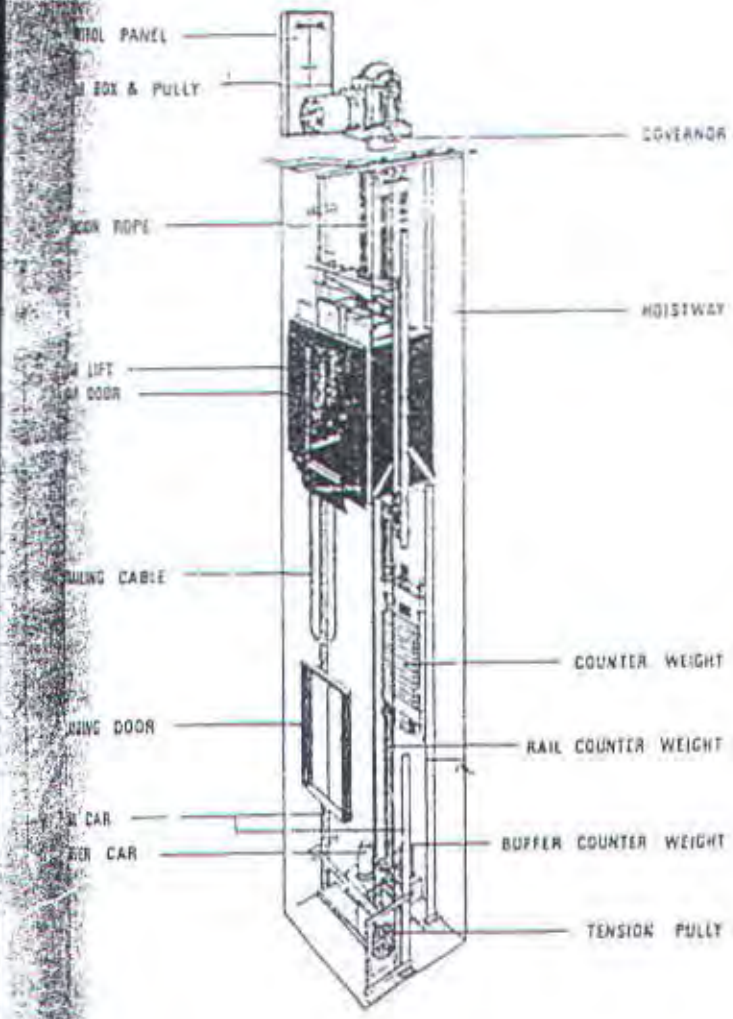
BONDEK 0.75 MM	BENTANG TUNGGAL TANPA TULANGAN NEGATIF / SIMPLE SPAN CONDITION WITHOUT NEGATIVE REINFORCEMENT							BENTANG GANDA DENGAN TULANGAN NEGATIF / DOUBLE SPAN CONDITIONS WITH NEGATIVE REINFORCEMENT												BENTANG MENERUS DENGAN TULANGAN NEGATIF / MULTIPLE SPAN CONDITIONS WITH NEGATIVE REINFORCEMENT													
BEBAN BERGUNA / IMPOSED LOAD kg/m²	200	300	400	500	600	750	1000	200		300		400		500		600		750		1000		200		300		400		500		600		750		1000	
BENTANG / SPAN L m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m	TEBAL PELAT / SLAB DEPTH cm	TUL NEGATIF / NEG. REINF. cm²/m
1.50	9	9	9	9	9	9	9	9	0.75	9	0.81	9	0.93	9	1.05	9	1.17	9	1.66	9	2.08	9	0.59	9	0.73	9	0.85	9	0.98						
1.75	9	9	9	9	9	9	10	9	1.01	9	1.25	9	1.49	9	1.73	9	1.97	10	2.79	10	3.53	9	0.81	9	0.99	9	1.17	9	1.34						
2.00	9	9	9	9	9	10	10	9	1.38	9	1.65	9	1.93	9	2.21	9	2.49	10	3.64	10	4.55	9	1.07	9	1.31	9	1.55	9	1.79						
2.25	9	9	9	9	10	10	11	9	1.78	9	2.12	9	2.47	9	2.81	9	3.15	10	4.59	11	5.65	9	1.37	9	1.68	9	1.98	9	2.29						
2.50	9	9	9	10	10	11	12	9	2.16	9	2.65	9	3.13	9	3.62	9	4.11	10	5.59	12	6.85	9	1.71	9	2.09	9	2.47	9	2.85						
2.75	10	10	10	11	11	12	13	9	2.64	9	3.24	9	3.83	10	4.43	11	5.03	12	6.59	13	8.23	9	2.09	9	2.55	9	3.02	10	3.48						
3.00	10	10	10	11	12	13		9	3.17	9	3.87	10	4.57	11	5.28	12	5.98	13	7.89	14	9.82	9	2.51	9	3.07	10	3.63	11	4.19						
3.25	11	11	11	12	13	14		10	3.73	10	4.53	11	5.34	12	6.15	13	6.96	14	9.23			9	2.93	10	3.59	11	4.24	12	4.89						
3.50	12	12	12	12	13	15		10	4.31	11	5.22	12	6.13	13	7.04	14	7.95	15	10.57			10	3.35	11	4.10	12	4.85	13	5.60						
3.75	13	13	13	13	14			11	4.90	12	5.92	13	6.94	14	7.96	15	8.98					11	3.80	12	4.66	13	5.51	14	6.36						
4.00	14	14	14	15	15			12	5.55	13	6.70	14	7.85	15	9.00							12	4.28	13	5.24	14	6.20	15	7.16						
4.25	15	15	15	16				13	6.24	14	7.53	15	8.82									13	4.80	14	5.88	15	6.96								
4.50	16	16	16					14	6.98	15	8.41											14	5.36	15	6.56										

- BEBAN MATI BERAT SENDIRI BONDEK DAN PELAT BETON SUDAH DIPERHITUNGKAN
THE DEAD LOAD MASS OF BONDEK AND CONCRETE SLAB ARE ALREADY CALCULATED.

- BEBAN BERGUNA DALAM TABEL ADALAH JUMLAH BEBAN HOUP DAN BEBAN-BEBAN FINISHING LAINNYA
[illegible]

- MUTU BAJA TULANGAN U-48
GRADE OF STEEL REINFORCEMENT U-48

PERENCANAAN / DESIGN



DIMENSION OF PASSENGER ELEVATORS

Indolift provides a wide selection of passenger elevators to meet your specific needs, such as speed, capacity, system, dimension, etc.

Selections are available as follow:

- AC Traction
- DC Traction
- Hydraulic

Indolift also manufactures hydraulic elevator for elevators with a maximum speed of 60 rpm and the machine room is located underneath the hoistway.

For specifications and standard dimension, please refer table III.

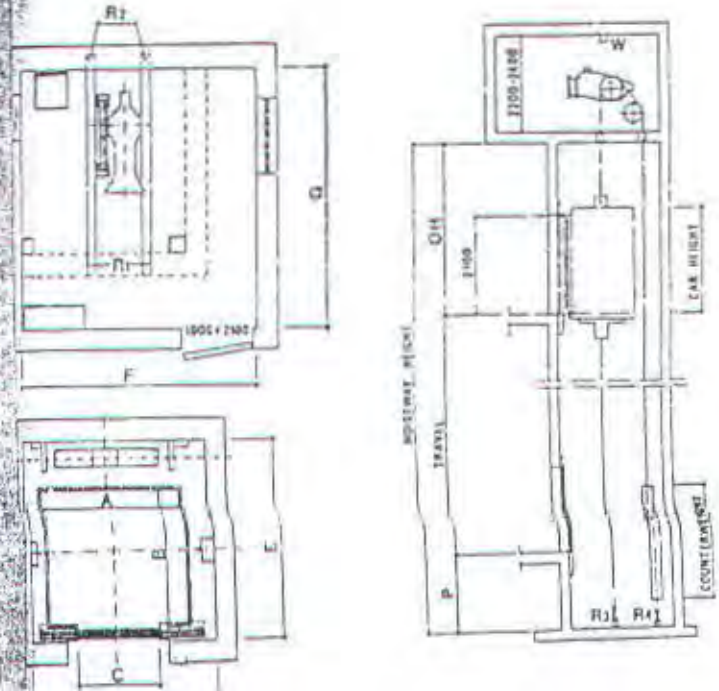


TABLE I : PASSENGER LIFT **TRACTION** AC/DC GEAR

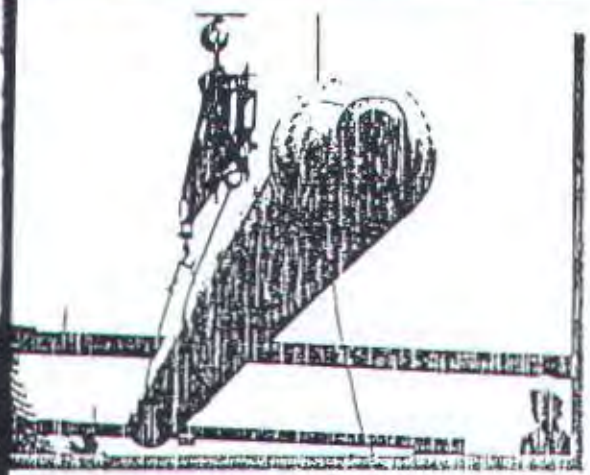
Note : • CAR HEIGHT 4 To 11 Persons : 2500 mm
• CAR HEIGHT 13 To 24 Persons : 2600 mm

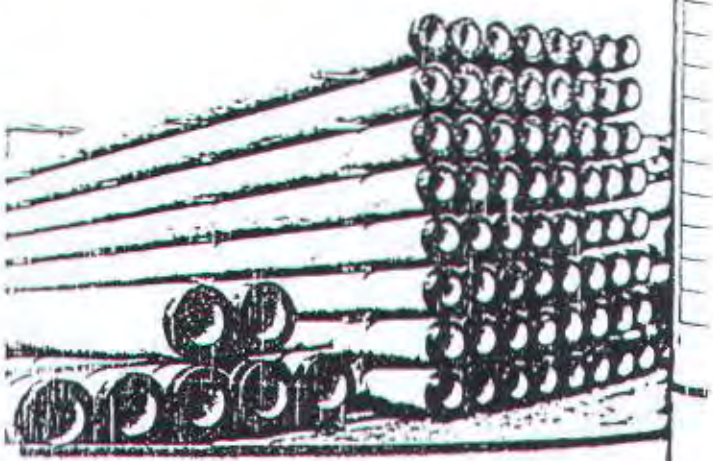
LIFT CODE	CAPACITY		SPEED (M/MINUTE)	DIMENSION (mm)									REACTION LOAD (Kg)				
				CAR			HOISTWAY				MACHINE ROOM						
	PASSENGERS	LOAD		A	B	C	D	E	P	OH	F	G	R1	R2	R3	R4	W
P4-C6	4	300	45/60	1100	850	800	1850	1450	1550	4750	2200	2950	1750	1200	1900	1300	1400
P6-C6	6	450	60	1400	850	800	1850	1500	1550	4750	2500	3000	2850	2150	2650	2100	1500
P6-C7			75						1850	4950							
P8-C6	8	550	60	1400	1000	800	1850	1700	1550	4750	3000	3500	3650	2650	3150	2450	1500
P8-C7			75														
P8-C9			90						1850	4950			3750	2850			
P8-C10			105														
P8-C12			120						2150	5150							
P9-C6	9	600	60	1400	1100	800	1850	1800	1550	4750	3000	3600	4100	2900	3500	2700	2000
P9-C7			75														
P9-C9			90						1850	4950			4200	3000			
P9-C10			105														
P9-C12			120						2150	5150							
P10-C6	10	680	60	1400	1250	800	1850	1950	1550	4750	3000	3600	4400	2950	3700	2850	2000
P10-C7			75														
P10-C9			90						1850	4950			4600	3100			
P10-C10			105														
P10-C12			120						2150	5150							
P11-C6	11	750	60	1400	1350	800	1850	2100	1550	4750	3000	3600	5250	3400	4370	3440	2000
P11-C7			75														
P11-C9			90						1850	4950			5900	3400			
P11-C10			105														
P11-C12			120						2150	5150							
P13-C6	13	900	60	1600	1350	900	2100	2100	1550	4750	3200	3700	5300	3850	4750	3650	2500
P13-C7			75														
P13-C9			90						1850	4950			5500	4100			
P13-C10			105														
P13-C12			120						2150	5150							
P15-C6	15	1000	60	1600	1500	900	2100	2200	1550	4750	3200	3900	5800	4050	5000	3750	2500
P15-C7			75														
P15-C9			90						1850	4950			6000	4300			
P15-C10			105														
P15-C12			120						2150	5150							
P17-C6	17	1150	60	1800	1500	1000	2200	2250	1550	4750	3300	3900	6700	4900	5900	4450	3000
P17-C7			75														
P17-C9			90						1850	4950			6750	4900			
P17-C10			105	2000	1350	1100	2450	2150									
P17-C12			120						2150	5150							
P20-C6	20	1350	60	1600	1700	1000	2300	2500	1550	4750	3400	4000	7800	5650	6900	4700	3000
P20-C7			75														
P20-C9			90	2000	1500	1100	2450	2250	1850	4950			7900	5750			
P20-C10			105														
P20-C12			120						2150	5150							
P24-C6	24	1600	60	2000	1750	1100	2450	2550	1550	4750	3700	4200	8500	6150	7750	5750	3500
P24-C7			75														
P24-C9			90	2150	1600	1100	2700	2400	1850	4950			8650	6300			
P-24-C10			105														
P24-C12			120						2150	5150							
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

* Special Specification

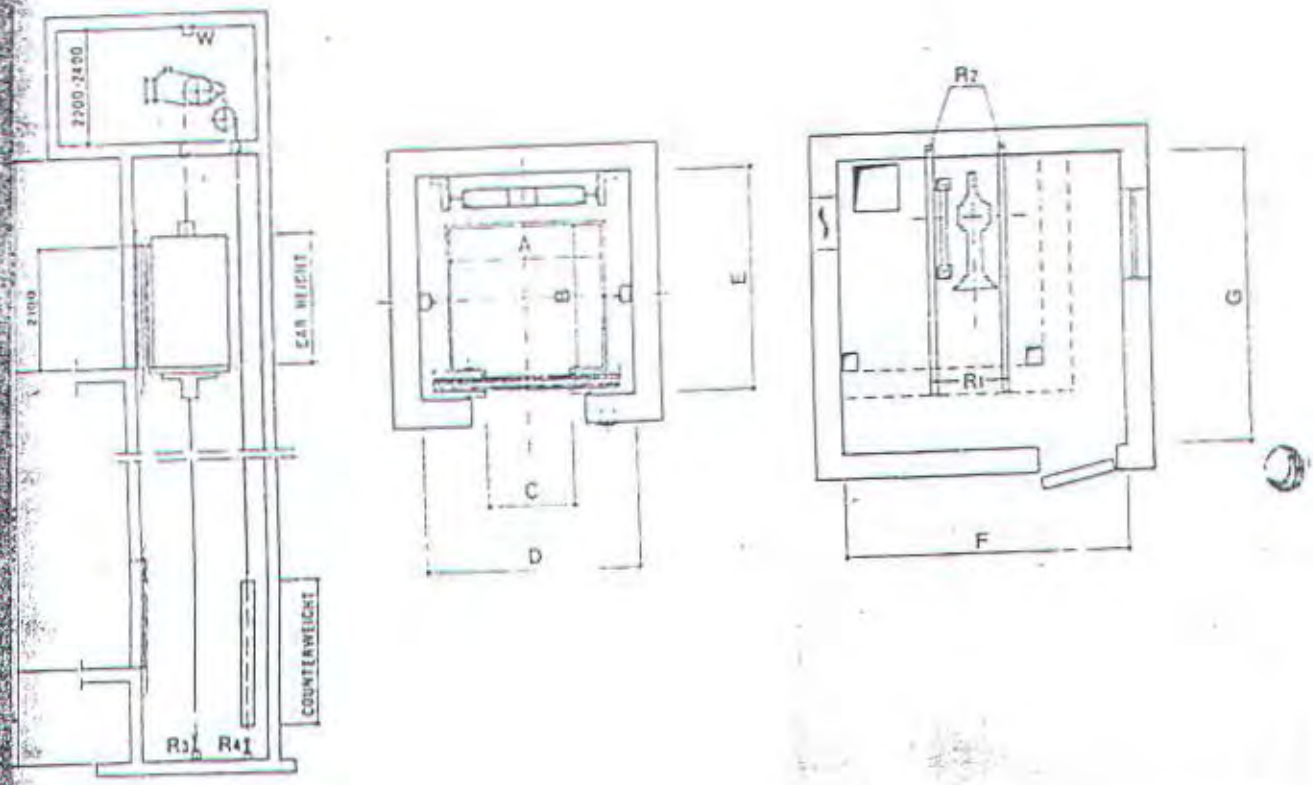
Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm2)	Section Modulus (cm3)	Bending Moment Capacity (tf.m) Crack	Bending Moment Capacity (tf.m) Ultimate	Allowable Axial Load (tf)
300	60	A2	452	2368,70	2,50	3,75	72.60
		A3		2389,60	3,00	4,50	70.75
		B		2431,40	3,50	5,30	67.50
		C		2478,70	4,00	6,00	65.40
350	65	A1	582	3646,00	3,50	5,25	93.10
		A3		3693,90	4,20	6,30	89.50
		B		3741,70	5,00	7,50	86.40
		C		3787,60	6,00	9,00	85.00
400	75	A2	765	5483,50	5,50	8,25	121.10
		A3		5537,40	6,50	9,75	117.60
		B		5591,30	7,50	11,25	114.40
		C		5678,20	9,00	13,50	111.50
450	80	A1	929	7591,60	7,50	11,25	149.50
		A2		7655,60	8,50	12,75	145.80
		A3		7717,10	10,00	15,00	143.80
		B		7783,80	11,00	16,50	139.10
		C		7929,00	12,50	25,00	134.90
500	90	A1	1159	10505,00	10,50	15,75	185.30
		A2		10579,30	12,50	18,75	181.70
		A3		10653,50	14,00	21,00	178.20
		B		10727,80	15,00	27,00	174.90
		C		10944,60	17,00	34,00	169.00
600	100	A1	1570	17482,80	17,00	25,50	252.70
		A2		17577,70	19,00	28,50	249.00
		A3		17792,70	22,00	33,00	243.20
		B		17949,60	25,00	45,00	238.30
		C		18263,40	29,00	58,00	229.50

Notes:
1) Pile are generally comply to JIS A 5335 - 1985 and modified to suit to ACI 543 - 1979, JSCE and PBI - 1971
2) Specified concrete cube compressive strength is 600 kg/cm2 at 28 days
3) Allowable axial load is aplicable to pile acting as a short strut





ABLE II : PASSENGER LIFT **TRACTION** AC/DC GEARLESS



LIFE CODE	CAPACITY		SPEED (M/MINUTE)	DIMENSI (mm)									REACTION LOAD (Kg)				
	PASSENGERS	LOAD		CAR			HOISTWAY				MACHINE ROOM		R1	R2	R3	R4	W
				A	B	C	D	E	P	OH	F	G					
P11-C15	11	750	150	1400	1250	800	1950	2100	2500	6000	3300	3900	7675	5100	6550	5160	2000
P11-C18			180						2700	6400			9625	6050			
P11-C21			210						2800	6800							
P13-C15	13	900	150	1600	1350	900	2150	2150	2500	6000	3500	4000	7950	5775	7125	5475	2500
P13-C18			180						2700	6400			10350	7175			
P13-C21			210						2800	6800							
P15-C15	15	1000	150	1600	1500	900	2150	2300	2500	6000	3500	4200	8700	6075	7500	5625	2500
P15-C18			180						2700	6400			10500	7525			
P15-C21			210						2800	6800							
P17-C15	17	1150	150	1800	1500	1000	2350	2300	2500	6000	3600	4200	10050	7350	8850	6675	3000
P17-C18			180	2000	1350	1100	2550	2150	2700	6400			11825	8575			
P17-C21			210						2800	6800							
P20-C15	20	1300	150	1800	1700	1000	2350	2500	2500	6000	3700	4300	11700	8475	10250	7650	3000
P20-C18			180	2000	1500	1100	2550	2300	2700	6400			13825	10060			
P20-C21			210						2800	6800							
P24-C15	24	1600	150	2000	1750	1100	2550	2550	2500	6000	4000	4500	12750	9225	11625	8625	3500
P24-C18			180	2150	1600	1100	2700	2400	2700	6400			15130	11025			
P24-C21			210						2800	6800							